การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยสวีบ็อค

นางสาววันวิสาข์ รุ้งแก้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

SOFTWARE ENGINEERING TOOLS CLASSIFICATION BASED ON SWEBOK

Miss Wanwisa Roongkaew

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Software Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยสวีบ็อค
โดย	นางสาววันวิสาข์ รุ้งแก้ว
สาขาวิชา	วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันวิสาข์ รุ้งแก้ว : การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยสวีบ็อค. (SOFTWARE ENGINEERING TOOLS CLASSIFICATION BASED ON SWEBOK) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล, 118 หน้า.

ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์อย่างมากมาย เพื่อนำเครื่องมือต่างๆ เหล่านั้นไปพัฒนาระบบให้บรรลุเป้าหมายในทุกๆ ขั้นตอนของการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยในแต่ละขั้นตอนมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกันไปตามคุณลักษณะและฟังก์ชันการใช้งาน อีกทั้งเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เหล่านี้ถูกเก็บไว้ตามที่องค์กรและเว็บไซต์ต่างๆ อย่างกระจัดกระจาย ทำให้ยากต่อการค้นคืนเพื่อนำมาใช้งาน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้แก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นด้วยการพัฒนาเครื่องมือสำหรับจัดกลุ่มและค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้ได้ผลลัพธ์ตรงตามเป้าหมายการใช้งาน โดยนำเอาสวีบ็อคซึ่งเป็นหนึ่งในเอกสารมาตรฐานทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาช่วยในการจำแนกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ โดยใช้ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดเป็นตัวจำแนก ดังนั้นระบบจะประกอบด้วย 26 กลุ่มประเภทเครื่องมือ และใช้อัลกอริทึมนาอีฟในขั้นตอนการจำแนกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ให้ตรงตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดทั้ง 26 กลุ่ม และค้นคืนตามคะแนนที่คำนวณจากค่าความคล้ายด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์

การทดลองเพื่อวัดประสิทธิผลของงานวิจัยนี้ถูกทำขึ้นโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม โดยการวัดประสิทธิผลของการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดถูกวัดด้วยค่าระลึกและค่าความแม่นยำ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอให้ค่าระลึกที่น้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.82% และให้ค่าความแม่นยำในการค้นคืนสูงกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.73%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5470367621 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING
KEYWORDS: SWEBOK / CLASSIFICATION / SOFTWARE ENGINEERING / SOFTWARE ENGINEERING TOOL

WANWISA ROONGKAEW: SOFTWARE ENGINEERING TOOLS CLASSIFICATION BASED ON SWEBOK. ADVISOR: ASST. PROF. NAKORNTHIP PROMPOON, 118 pp.

Advances in computer technology in support of further software development have been a factor resulting in the creation of many software engineering tools, for use in the successful development of the system at each step of software development. In each step, it is necessary to use different software engineering tools based on features and usage functions. Also, the software engineering tools are stored across various organizations and websites, making retrieval for usage difficulty.

This thesis has solved the aforementioned problems by developing a tool for classifying and retrieving software engineering tools to produce appropriate results for target usage, by using SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge), a software engineering standards document, to assist in the classification of various software engineering tools. The sub-categories of software engineering tools specified by SWEBOK are used as the classifiers. Therefore, the system consists of 26 types of tools. A Naive Text Classification algorithm is used for classifying the various software engineering tools into the 26 categories specified by SWEBOK, and retrieval is based on calculating a similarity value using the Vector Space Model.

The experiment to measure the effectiveness of the research was conducted, by comparing the results with the classic information retrieval approach. The effectiveness of software tool retrieval based on the categories specified by SWEBOK is measured using recall and precision values. The results of the experiment show that, the presented method produces a 12.82% lower recall value than the Classic IR Approach, and a 12.73% higher precision value than the Classic IR Approach.

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นครทิพย์ พร้อมพูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยฉบับนี้ได้เสร็จสมบูรณ์ อาจารย์มีส่วนสำคัญในงานวิจัยนี้ตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้าย โดยเสนอแนะแนวทางและวิธีการในการวิจัยให้กับผู้วิจัยเสมอ อีกทั้งยังคอยกวดขัน เข้มงวด และสนับสนุนผู้วิจัยอย่างเต็มกำลัง ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นแรงผลักดันที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนางานวิจัยออกมาได้อย่างมีคุณภาพ

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา ประธานกรรมการสอบวิทยานพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ช่วยตีกรอบและแนะนำความรู้เพื่องานวิจัยชิ้นนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้นขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ อันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัย และขอขอบคุณพนักงานประจำสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือผู้จัยเสมอ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ วิศวกรรมซอฟต์แวร์รุ่น 10 และพี่ๆ น้องๆ ทุกท่านที่ให้ความอบอุ่นและช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณนายวิวัฒน์ รุ้งแก้ว บิดา และนางสมจิตร์ รุ้งแก้ว มารดา ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุนค่าเทอม และเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยตั้งใจทำงานวิจัยชิ้นนี้จนสมบูรณ์ อีกทั้งขอขอบคุณนายสุวัฒน์ รุ้งแก้ว น้องชาย และนางสาวสิริสุดา รุ้งแก้ว น้องสาว ที่คอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ปัญหาของงานวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย 3

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 3

1.7 โครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1.1 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 4

2.1.2 สวีบ็อค 4

2.1.2.1 ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 5

2.1.2.2 คำอธิบายของสวีบ็อค 6

2.1.3 โครงสร้างความสัมพันธ์ 7

2.1.4 การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ 7

2.1.4.1 การขูดข้อมูล 8

2.1.4.2 การจัดเก็บสารสนเทศ 9

2.1.4.3 การค้นคืนและจัดลำดับสารสนเทศ 11

2.1.5 การประเมินผล 12

2.1.6 การจัดกลุ่มเอกสาร 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.1.6.1 การจัดกลุ่มแบบนาอีฟ 14
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.2.1 กลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกลุ่มองค์ความรู้ 15
1) Personalized Microblogging Information Management Framework based on SWEBOK [4] 15
2) Guide to Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) and the Software Engineering Education Knowledge (SEEK) – A Preliminary Mapping [5] 16
3) Classification and Comparison of Agile Method [7] 16
2.2.2 กลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความสามารถของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 16
1) Techniques for Quantitative Analysis of Software Quality throughout the SDLC: The SWEBOK Guide Coverage [8] 16
2) FOCUS: An Adaptation of a SWEBOK-Based Curriculum for Industry Requirements [9] 17
2.2.3 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ 17
บทที่ 3 แนวคิดวิธีวิจัย 19
3.1 ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศ 20
3.1.1 การสร้างดัชนีคำสำคัญ 20
3.1.2 การสร้างฐานข้อมูลความสัมพันธ์จากโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 25
3.1.3 การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 26
3.2 ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ 30
3.2.1 ประมวลผลข้อคำถาม 31
3.2.2 ค้นคืนสารสนเทศ 31
3.2.3 จัดลำดับเซตคำตอบ 35
3.3 ขั้นตอนการประเมินผลการค้นคืน 35
3.3.1 การทดลอง 37
3.3.2 การประเมินผลการทดลอง 38
บทที่ 4 การทดลองและการวิเคราะห์ผล 39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 39
4.2 วิธีการทดลอง 39
4.2.1 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 39
4.2.2 ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 40
4.2.3 หน่วยตัวอย่าง 40
4.2.4 โจทย์ปัญหา 41
4.2.5 ข้อคำถาม 43
4.2.6 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ 43
4.2.7 วิธีการค้นคืน 43
4.3 ขั้นตอนการทดลอง 44
4.4 การประเมินผลการทดลอง 45
4.5 สรุปผลการทดลอง 45
บทที่ 5 การพัฒนาระบบต้นแบบ 51
5.1 ความต้องการของระบบต้นแบบ 51
5.2 โครงสร้างและการทำงานของระบบต้นแบบ 56
5.2.1 ส่วนการสร้างดัชนีคำสำคัญ 56
5.2.2 ส่วนการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 57
5.2.3 ส่วนการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 58
5.2.4 ส่วนการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 59
5.3 การออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ 60
5.3.1 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ 60
5.3.2 เครื่องมือและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 61
5.4 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน 61
5.4.1 ส่วนการจัดเก็บสารสนเทศ 61
5.4.1.1 ส่วนสร้างดัชนีคำสำคัญ 62
5.4.1.2 ส่วนจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 64
5.4.1.3 ส่วนตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 65

5.4.2 ส่วนการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 66
5.4.2.1 ส่วนค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม 66
5.4.2.2 ส่วนค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ 72
5.5 การทดสอบระบบต้นแบบ 72
5.5.1 การทดสอบหน่วยย่อย 73
5.5.2 การทดสอบรวมหน่วย 75
5.5.3 การทดสอบระบบ 77
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 82
6.1 สรุปผลการวิจัย 82
6.1.1 การจัดเก็บสารสนเทศ 82
6.1.2 การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 82
6.1.3 การทดลองและการประเมินผล 83
6.1.4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ 83
6.1.5 การสรุปผลการทดลอง 83
6.2 ข้อจำกัด 84
6.3 งานวิจัยในอนาคต 84
6.4 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ 84
รายการอ้างอิง 85
ภาคผนวก ก 87
ภาคผนวก ข 99
ภาคผนวก ค 109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ 18
ตารางที่ 2 ตัวอย่างชื่อ คำอธิบาย และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [10]..... 21
ตารางที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดของสวีบ็อค (เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์) [2] 21
ตารางที่ 4 ตัวอย่างไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 25
ตารางที่ 5 ตัวอย่างไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค..... 25
ตารางที่ 6 ตัวอย่างไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 29
ตารางที่ 7 การค้นคืนสารสนเทศของงานวิจัย..... 31
ตารางที่ 8 ข้อมูลของการทดลอง..... 37
ตารางที่ 9 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์..... 40
ตารางที่ 10 โจทย์ปัญหาสำหรับให้ผู้ใช้งานใช้ในการทำการตอบแบบสอบถาม 41
ตารางที่ 11 จำนวนข้อคำถาม 43
ตารางที่ 12 ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผล 45
ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคสการจัดเก็บเอกสาร 53
ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคสการสร้างดัชนีคำสำคัญ..... 53
ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคสการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์..... 54
ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคสการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์..... 54
ตารางที่ 17 คำอธิบายยูสเคสการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 55
ตารางที่ 18 ขั้นตอนการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม..... 67
ตารางที่ 19 กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญ..... 73
ตารางที่ 20 กรณีทดสอบการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค..... 74
ตารางที่ 21 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ด้วยอัลกอริทึมนาอีฟ 74
ตารางที่ 22 กรณีทดสอบการค้นคืนด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ 75
ตารางที่ 23 กรณีทดสอบการจัดเก็บสารสนเทศ 76
ตารางที่ 24 กรณีทดสอบการค้นคืนสารสนเทศ 77
ตารางที่ 25 กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม 77
ตารางที่ 26 กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการเลือกประเภท
เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ..... 78
ตารางที่ 27 กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 79

ตารางที่ 28 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 79
ตารางที่ 29 กรณีทดสอบการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 80
ตารางที่ 30 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 1 87
ตารางที่ 31 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 2 87
ตารางที่ 32 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 3 88
ตารางที่ 33 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 4 88
ตารางที่ 34 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 5 88
ตารางที่ 35 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 6 89
ตารางที่ 36 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 7 89
ตารางที่ 37 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 8 90
ตารางที่ 38 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 9 90
ตารางที่ 39 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 10 91
ตารางที่ 40 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 11 91
ตารางที่ 41 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 12 91
ตารางที่ 42 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 13 92
ตารางที่ 43 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 14 92
ตารางที่ 44 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 15 93
ตารางที่ 45 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 16 93
ตารางที่ 46 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 17 94
ตารางที่ 47 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 18 94
ตารางที่ 48 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 19 95
ตารางที่ 49 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 20 95
ตารางที่ 50 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 21 95
ตารางที่ 51 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 22 96
ตารางที่ 52 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 23 96
ตารางที่ 53 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 24 97
ตารางที่ 54 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 25 97
ตารางที่ 55 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 26 98
ตารางที่ 56 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 1 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 57 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 2 99
ตารางที่ 58 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 3 100
ตารางที่ 59 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 4 100
ตารางที่ 60 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 5 101
ตารางที่ 61 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 6 101
ตารางที่ 62 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 7 101
ตารางที่ 63 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 8 102
ตารางที่ 64 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 9 102
ตารางที่ 65 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 10 103
ตารางที่ 66 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 11 103
ตารางที่ 67 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 12 103
ตารางที่ 68 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 13 104
ตารางที่ 69 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 14 104
ตารางที่ 70 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 15 104
ตารางที่ 71 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 16 105
ตารางที่ 72 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 17 105
ตารางที่ 73 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 18 106
ตารางที่ 74 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 19 106
ตารางที่ 75 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 20 106
ตารางที่ 76 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 21 107
ตารางที่ 77 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 22 107
ตารางที่ 78 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 23 107
ตารางที่ 79 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 24 108
ตารางที่ 80 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 25 108
ตารางที่ 81 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 26 108
ตารางที่ 82 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 1 109
ตารางที่ 83 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 2 109
ตารางที่ 84 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 3 110
ตารางที่ 85 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 4 110
ตารางที่ 86 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 5 110
ตารางที่ 87 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 6 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 88 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 7 111
ตารางที่ 89 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 8 111
ตารางที่ 90 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 9 112
ตารางที่ 91 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 10 112
ตารางที่ 92 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 11 112
ตารางที่ 93 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 12 113
ตารางที่ 94 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 13 113
ตารางที่ 95 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 14 113
ตารางที่ 96 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 15 114
ตารางที่ 97 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 16 114
ตารางที่ 98 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 17 114
ตารางที่ 99 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 18 115
ตารางที่ 100 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 19 115
ตารางที่ 101 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 20 115
ตารางที่ 102 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 21 116
ตารางที่ 103 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 22 116
ตารางที่ 104 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 23 116
ตารางที่ 105 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 24 117
ตารางที่ 106 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 25 117
ตารางที่ 107 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 26 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ตัวอย่างคำอธิบายรายละเอียดของสวีบ็อค (Software requirements tools) [2] 7
รูปที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างความสัมพันธ์ของความต้องการซอฟต์แวร์ [2] 7
รูปที่ 3 ภาพรวมของการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ [3] 8
รูปที่ 4 ขั้นตอนการสกัดคำสำคัญ [3] 9
รูปที่ 5 ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ [3] 11
รูปที่ 6 ภาพรวมของการหาค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำ [3] 13
รูปที่ 7 ภาพรวมของงานวิจัย 19
รูปที่ 8 โครงสร้างความสัมพันธ์ของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่ 1 และ 2 26
รูปที่ 9 แผนภาพกิจกรรมขั้นตอนการทดลอง 44
รูปที่ 10 ผลต่างของค่าเรียกค่าของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าเรียกคืนของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม 48
รูปที่ 11 ผลต่างของค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม 49
รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดเก็บและค้นคืนกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 52
รูปที่ 13 แผนภาพคลาสของระบบต้นแบบค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 56
รูปที่ 14 แผนภาพกิจกรรมการสร้างดัชนีคำสำคัญ 57
รูปที่ 15 แผนภาพกิจกรรมการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 58
รูปที่ 16 แผนภาพกิจกรรมการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 59
รูปที่ 17 แผนภาพกิจกรรมการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 60
รูปที่ 18 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ 60
รูปที่ 19 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงาน 62
รูปที่ 20 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบ 62
รูปที่ 21 หน้าต่างแจ้งเตือนเมื่อผู้ดูแลระบบป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง 63
รูปที่ 22 หน้าต่างสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญ 64
รูปที่ 23 หน้าต่างสำหรับจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 65
รูปที่ 24 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าก่อนการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 66
รูปที่ 25 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 1 68

รูปที่ 26 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 1..... 69
รูปที่ 27 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 2..... 70
รูปที่ 28 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 2..... 70
รูปที่ 29 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 3..... 71
รูปที่ 30 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 3..... 71
รูปที่ 31 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ..... 72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดของงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญ ปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering tools) ซึ่งในบางองค์กรมีเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เป็นจำนวนมาก เพื่อนำเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ เหล่านั้นไปพัฒนาระบบให้บรรลุเป้าหมาย อีกทั้งเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มีความหลากหลายทางด้านคำอธิบาย (Description) และคุณลักษณะ (Features) ในขั้นตอนการผลิตซอฟต์แวร์นั้น มีขั้นตอนของการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ (SDLC: Software development life cycle) [1] หลายขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirements analysis) การออกแบบ (Design) การทำให้เกิดผล (Implementation) การทดสอบ (Testing) และการบำรุงรักษา (Maintenance) โดยในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกันไปตามคุณลักษณะและฟังก์ชันการใช้งาน อีกทั้งพื้นฐานความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ (Designer) และผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ (Software developer) ในการเลือกเครื่องมือก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้องศึกษาข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่มีอย่างมากมายให้เหมาะสมกับการใช้งาน ทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์เพื่อเลือกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ภารกิจทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์อย่างหนึ่งคือการศึกษาและนำเอกสารมาตรฐานทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาสร้างแบบจำลองและพัฒนาเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีคุณภาพ สวีบ็อค (SWEBOK: Software engineering body of knowledge) [2] เป็นหนึ่งในเอกสารมาตรฐานทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์เผยแพร่โดยไอทริปเปิลอี (IEEE) ที่มีข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการแบ่งประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์อยู่มาก โดยมีจุดประสงค์เพื่ออธิบายเนื้อหาและขอบเขตของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อพร้อมทั้งรายละเอียดเพื่ออธิบายหัวข้อต่างๆ ของสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังนั้นสวีบ็อคจึงมีเนื้อหาที่สามารถช่วยในการอธิบายรายละเอียดของแต่ละประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้อย่างชัดเจน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยสวีบ็อคขึ้น โดยใช้ข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และ

สวีบ็อคเป็นข้อมูลนำเข้า (Input) จากนั้นระบบจะทำการคำนวณและวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์โดยจำแนกตามกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนด ผลลัพธ์ที่ได้คือรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในแต่ละกลุ่มจำแนกตามสวีบ็อคพร้อมทั้งเรียงลำดับตามความสอดคล้องกับข้อคำถามของผู้ใช้งานจากมากไปน้อย

เครื่องมือสำหรับจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยสวีบ็อคที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ จะช่วยให้ผู้ใช้งานค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้ตรงตามประเภทของเครื่องมือที่ต้องการใช้งาน และยังช่วยให้ผู้ใช้งานประหยัดเวลาในการเลือกเครื่องมือมาใช้งานในแต่ละขั้นตอนอีกด้วย

1.2 ปัญหาของงานวิจัย

1) จะสามารถจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดได้อย่างไรให้มีความแม่นยำ

2) จะสามารถค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อนำเสนอวิธีการในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ตามประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

2) ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่สนับสนุนการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทเครื่องมือที่สวีบ็อคกำหนด พร้อมทั้งสนับสนุนการจัดเก็บและค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ข้อมูลนำเข้าของระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

(1) ข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย ชื่อของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คำอธิบายของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

(2) ข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคในบทที่ 10 และคำอธิบายรายละเอียดในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ของสวีบ็อคในบทที่ 2-11

2) เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นข้อมูลนำเข้ามีจำนวนอย่างน้อยประเภทละ 10 เครื่องมือ

3) ข้อมูลนำเข้าทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย

1) วิธีการที่นำเสนอสามารถจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ตามที่สวีบ็อคกำหนดได้

2) เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะสามารถจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถลดระยะเวลาในการวิเคราะห์เพื่อเลือกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาใช้ได้

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1) สำรวจและศึกษาเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
2) ศึกษาสวีบ็อค
3) ศึกษาการสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์
4) ศึกษาและทำความเข้าใจ ความรู้ หลักการเกี่ยวกับการจัดกลุ่มและการหาค่าความคล้าย
5) ศึกษาและทำความเข้าใจ ความรู้ หลักการเกี่ยวกับการจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ
6) ออกแบบและกำหนดลักษณะข้อมูลนำเข้าที่นำมาใช้พัฒนาเครื่องมือ
7) กำหนดขอบเขตความสามารถของเครื่องมือ
8) พัฒนาเครื่องมือตามที่ได้ออกแบบไว้
9) ทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นตามขอบเขตที่กำหนดไว้
10) จัดทำบทความวิชาการ และเผยแพร่บทความวิชาการ
11) สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.7 โครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 6 บท ได้แก่ บทที่ 1 คือบทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา ปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ และขั้นตอนของงานวิจัย บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 อธิบายขั้นตอนของวิธีการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทเครื่องมือที่สวีบ็อคกำหนด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดเก็บ การค้นคืน และการประเมินผลการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ บทที่ 4 อธิบายวัตถุประสงค์ของการทดลอง วิธีการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง การประเมินผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองของแนวคิดที่นำเสนอ บทที่ 5 กล่าวถึงความต้องการของระบบ โครงสร้างและการทำงานของระบบ การออกแบบและการพัฒนาระบบต้นแบบ ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน และการทดสอบระบบต้นแบบ และบทที่ 6 สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของงานวิจัย
รวมทั้งงานวิจัยในอนาคต และบทความวิชาการที่ตีพิมพ์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกคือทฤษฎีและหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่สองคืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะแสดงรายละเอียดของทั้งสองส่วนดังนี้

2.1 ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีความรู้และหลักการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5 ส่วน คือ เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สวีบ็อค โครงสร้างความสัมพันธ์ การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ (Information storage and retrieval) [3] และการจัดกลุ่มเอกสาร (Document clustering) โดยผู้วิจัยนำแนวคิดของความรู้ทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ดังกล่าวมาปรับใช้ในงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์คือเครื่องมือสำหรับช่วยในขั้นตอนการผลิตซอฟต์แวร์ให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายได้ โดยเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีความหลากหลายตามขั้นตอนการใช้งาน เริ่มตั้งแต่การรวบรวมความต้องการ การตั้งเป้าหมายของระบบ การออกแบบขั้นตอนพัฒนา การตรวจสอบ การประเมินผล การติดตามโครงการ การประเมินต้นทุน ไปจนถึงการคิดราคาซอฟต์แวร์ เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญ เนื่องจากในปัจจุบันซอฟต์แวร์มีความซับซ้อนมากขึ้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อช่วยควบคุมและดำเนินการผลิตให้มีประสิทธิภาพ สามารถวัดผลและตรวจสอบข้อผิดพลาดพร้อมระบุสาเหตุได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

2.1.2 สวีบ็อค

สวีบ็อคได้แบ่งหมวดหมู่ของกลุ่มองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ไว้ 10 กลุ่มองค์ความรู้ดังนี้

1) ความต้องการด้านซอฟต์แวร์ (Software requirements)
2) การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software design)
3) การสร้างซอฟต์แวร์ (Software construction)
4) การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software testing)
5) การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Software maintenance)
6) การจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์ (Software configuration management)

7) การจัดการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering management)

8) กระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering process)

9) เครื่องมือและวิธีการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering tools and methods)

10) คุณภาพของซอฟต์แวร์ (Software quality)

ในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้จะถูกแบ่งเป็นกลุ่มองค์ความรู้ย่อย เพื่ออธิบายส่วนประกอบและขอบเขตของแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ให้ละเอียดยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำกลุ่มองค์ความรู้ที่ 9 ซึ่งอยู่ในบทที่ 10 นั่นคือ เครื่องมือและวิธีการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยนำเฉพาะข้อมูลส่วนของเครื่องมือมาใช้เป็นตัวจำแนกการจัดกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และใช้คำอธิบายในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นดัชนีคำสำคัญ

2.1.2.1 ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดประกอบด้วย 10 ประเภท ดังนี้

1) เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- การสร้างแบบจำลองความต้องการ (Requirements modeling)
- การตามรอยความต้องการ (Requirements traceability)

2) เครื่องมือด้านการออกแบบซอฟต์แวร์

3) เครื่องมือด้านการสร้างซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมบรรณาธิการ (Program editors)
- โปรแกรมแปลโปรแกรมและโปรแกรมก่อกำเนิดโค้ด (Compilers and code generators)
- โปรแกรมแปลคำสั่ง (Interpreters)
- โปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง (Debugger)

4) เครื่องมือด้านการทดสอบซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ (Test generators)
- กรอบงานการกระทำการทดสอบ (Test execution frameworks)
- การประเมินการทดสอบ (Test evaluation)
- การจัดการการทดสอบ (Test management)
- การวิเคราะห์สมรรถนะ (Performance analysis)

5) เครื่องมือด้านการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- การทำความเข้าใจ (Comprehension)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การจัดระบบใหม่ (Reengineering)

6) เครื่องมือด้านการจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- การหาข้อบกพร่อง การปรับปรุงให้ดีขึ้น การระบุประเด็นปัญหา และการตามรอยปัญหา (Defect, enhancement, issue, and problem tracking)

- การจัดการเวอร์ชัน (Version management)

- การปล่อยและการสร้าง (Release and build)

7) เครื่องมือด้านการจัดการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- การวางแผนและการตามรอยโครงการ (Project planning and tracking)

- การจัดการความเสี่ยง (Risk management)

- การวัดผล (Measurement)

8) เครื่องมือด้านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- แบบจำลองกระบวนการ (Process modeling)

- การจัดการกระบวนการ (Process management)

- การบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Integrated CASE environments)

- หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Process-centered software engineering environment)

9) เครื่องมือด้านคุณภาพของซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมการทบทวนและการตรวจสอบระบบ (Review and audit)

- โปรแกรมการวิเคราะห์แบบคงที่ (Static analysis)

10) เครื่องมือทั่วไปอื่นๆ เช่น

- เครื่องมือรวบรวมเทคนิคต่างๆ (Tool integration techniques)

- เครื่องมือนิยามข้อมูล (Meta tools)

- เครื่องมือการประเมิน (Tool evaluation) เป็นต้น

2.1.2.2 คำอธิบายของสวีบ็อค

แต่ละกลุ่มองค์ความรู้ (Knowledge area) จะมีคำอธิบายรายละเอียด ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือด้านต่างๆ มาสกัดให้ได้คำสำคัญและหาค่าความถี่ของคำที่ปรากฏ เพื่อใช้สร้างดัชนีคำสำคัญ ซึ่งตัวอย่างของคำอธิบายแสดงในรูปที่ 1

1.1. Software Requirements Tools

[Dor97, Dor02]

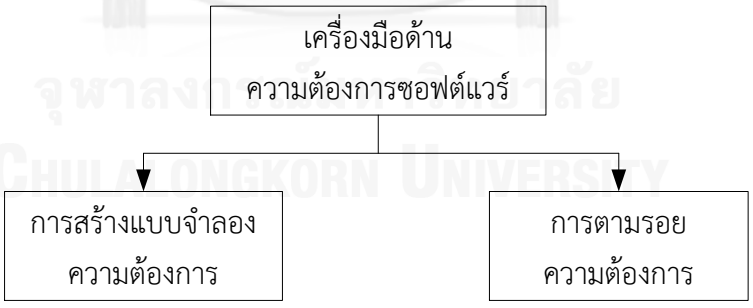
Tools for dealing with software requirements have been classified into two categories: modeling and traceability tools.

- Requirements modeling tools. These tools are used for eliciting, analyzing, specifying, and validating software requirements
- Requirement traceability tools. [Dor02] These tools are becoming increasingly important as the complexity of software grows. Since they are also relevant in other life cycle processes, they are presented separately from the requirements modeling tools.

รูปที่ 1 ตัวอย่างคำอธิบายรายละเอียดของสวีบ็อค (Software requirements tools) [2]

2.1.3 โครงสร้างความสัมพันธ์

โครงสร้างความสัมพันธ์เป็นการกำหนดรูปแบบโครงสร้างของสิ่งที่สนใจให้มีความหมายตามขอบเขตขององค์ความรู้เพื่อให้ได้ใจความและถูกต้องมากที่สุด ตัวอย่างในการนิยามโครงสร้างความสัมพันธ์ เช่น เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ระดับที่ 1 ถูกแบ่งได้ 2 ประเภท นั่นคือ การสร้างแบบจำลองความต้องการและการตามรอยความต้องการ ซึ่งเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ระดับที่ 2 เป็นต้น โครงสร้างความสัมพันธ์ของความต้องการซอฟต์แวร์แสดงตามรูปที่ 2

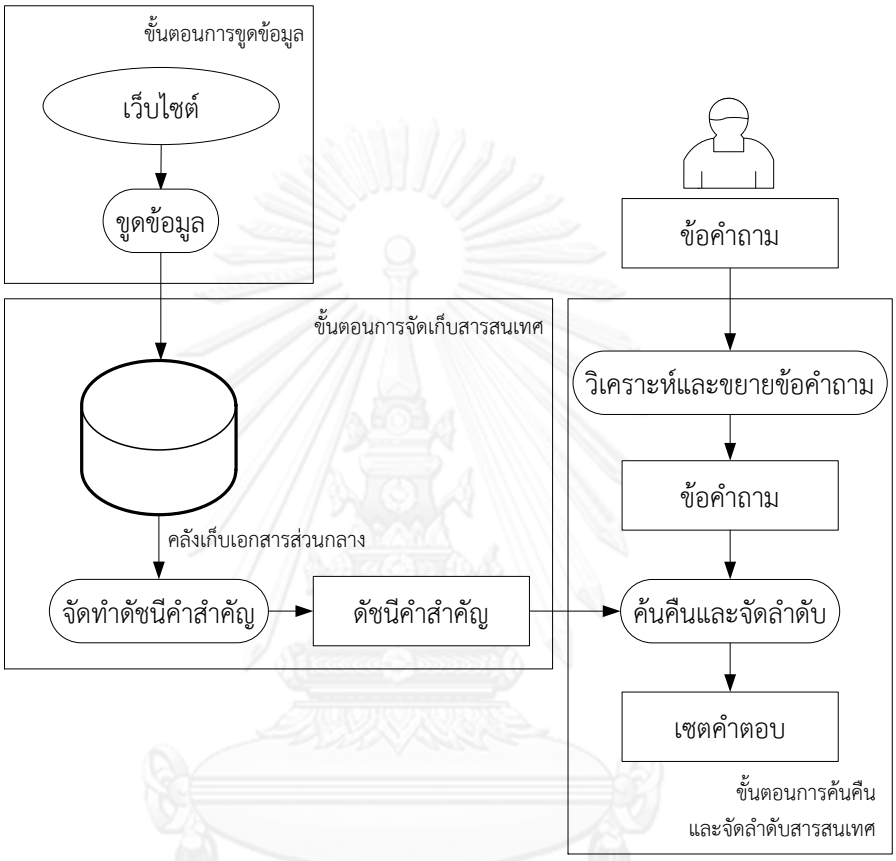


รูปที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างความสัมพันธ์ของความต้องการซอฟต์แวร์ [2]

2.1.4 การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ

การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศเป็นขั้นตอนในการแสดงตัวแทน (Representation) ของการจัดเก็บ (Storage) การค้นคืน (Retrieval) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Presentation) ที่ตรงกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาให้มากที่สุด [3] โดยการจัดเก็บสารสนเทศนั้นต้องทำดัชนีคำสำคัญเพื่อ

เปลี่ยนสารสนเทศ (Information) ให้เป็นเซตของคำสำคัญ (Keyword) เพื่อง่ายต่อการค้นคืน และเซตคำตอบ (Answer set) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนต้องผ่านการเรียงลำดับ (Ranking) ความสอดคล้องกับข้อคำถามจากมากไปน้อย ภาพรวมของระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพรวมของการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ [3]

การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการขูดข้อมูล (Crawling Process) ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศ และขั้นตอนการค้นคืนและจัดลำดับสารสนเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

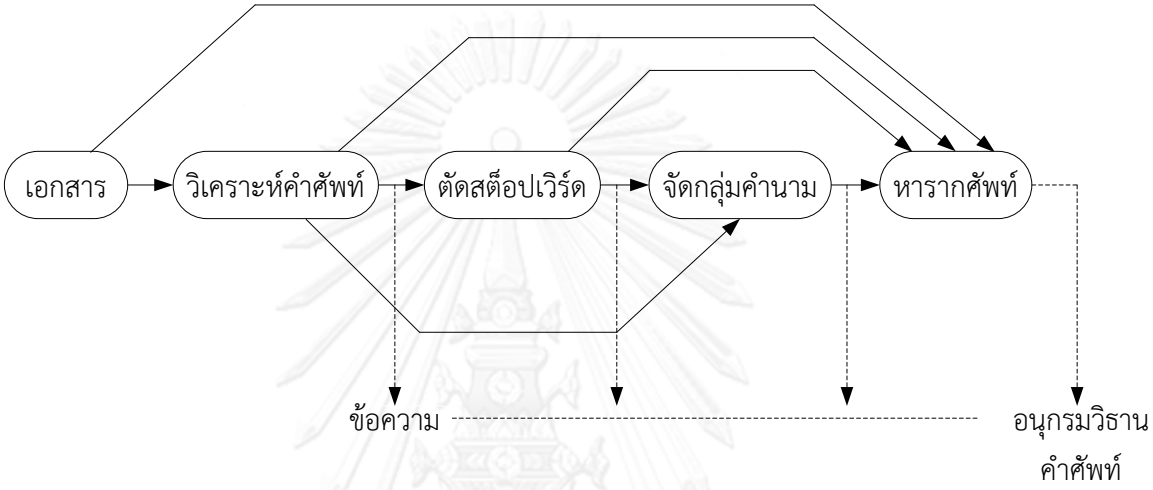
2.1.4.1 การขูดข้อมูล

ขั้นตอนการขูดข้อมูลเป็นขั้นตอนการดึงข้อมูลที่จำเป็นจากเว็บไซต์ (Website) ต่างๆ โดยใช้ยูอาร์แอล (URL) ที่มีการเชื่อมโยงในแต่ละเพจ (Page) ที่ต้องการดึง จากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลในคลังเก็บเอกสารส่วนกลาง (Central Repository) เพื่อนำมาทำดัชนีต่อไป

2.1.4.2 การจัดเก็บสารสนเทศ

ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศจะทำการประมวลผลข้อความในคลังเก็บเอกสารส่วนกลาง เพื่อนำคำสำคัญของเอกสารมาจัดทำดัชนีคำสำคัญและมีการกำหนดค่าความถี่ให้แต่ละคำสำคัญของแต่ละเอกสารเหล่านั้นก่อนการจัดเก็บไว้ในไฟล์ดัชนีคำสำคัญ

1) การทำดัชนีคำสำคัญ มีขั้นตอนในการสกัดคำสำคัญจากเอกสารต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการสกัดคำสำคัญ [3]

ในขั้นตอนการสกัดคำสำคัญจากเอกสาร (Document) ที่ต้องการจัดเก็บนั้น มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์คำศัพท์ (Lexical analysis) เป็นขั้นตอนในการเปลี่ยนจากสายอักขระ (Strings) ให้เป็นคำ (Words) โดยการใช้ช่องว่าง การขึ้นบรรทัดใหม่ ตัวพิมพ์ใหญ่ และเครื่องหมายต่างๆ เช่น เครื่องหมายยติภังค์ (Hyphen) เครื่องหมายวรรคตอน (Punctuation mark) ฯลฯ เป็นต้น เพื่อให้ได้คำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

- ตัดสต็อปเวิร์ด (Elimination of stopwords) สต็อปเวิร์ดคือคำที่ไม่มีความสำคัญเชิงความหมาย ปรากฏบ่อยๆ และไม่มีผลในการจำแนกความคล้ายกันของเอกสาร เช่น a, an, the, for, in, on, at, which เป็นต้น

- จัดกลุ่มคำนาม (Noun groups) เป็นการนำคำสองหรือสามคำที่เมื่อรวมกันแล้ว จะทำให้ได้ความหมายที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น เช่น นำคำว่า Information ซึ่งแปลว่า สารสนเทศ มารวมกับคำว่า system ซึ่งแปลว่า ระบบ จะได้คำว่า Information system ที่แปลว่า ระบบสารสนเทศ เป็นต้น

- หารากศัพท์ (Stemming) คือการทำคำที่ยังไม่เป็นรากศัพท์ให้อยู่ในรูปรากศัพท์ เช่น

- คำศัพท์ที่อยู่ในรูปพหูพจน์ (Plural) เช่น Pigs เปลี่ยนเป็น Pig เป็นต้น

- คำศัพท์ที่อยู่ในรูปอดีต (Past form) เช่น Drunk เปลี่ยนเป็น Drink เป็นต้น

- คำศัพท์ที่อยู่ในรูปกำลังกระทำ (Participle form) เช่น Playing เปลี่ยนเป็น Play เป็นต้น

2) การหาค่าน้ำหนักคำ (Term weighting) ขั้นตอนนี้จะนำคำสำคัญจากขั้นตอนการทำดัชนีคำสำคัญมาทำการหาค่าน้ำหนักคำโดยใช้ค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสาร (Inverted document frequency: IDF) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) และใช้ค่าความถี่ของคำ (Term Frequency: TF) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$idf(i) = \log \frac{N}{n_i} \tag{1}$$

โดยที่

$idf(i)$ คือ ค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสารของเทอม i

N คือ จำนวนเอกสารทั้งหมดที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล

n_i คือ จำนวนเอกสารที่เทอม i ปรากฏ

$$tf(i,j) = \begin{cases} 1 + \log f_{i,j} & if\ f_{i,j} > 0 \\ 0 & Otherwise \end{cases} \tag{2}$$

โดยที่

$tf(i,j)$ คือ ความถี่ที่ถูกปรับให้อยู่ในค่าประมาณเดียวกันกับค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสาร

$f(i,j)$ คือ จำนวนครั้งของเทอม i ที่ปรากฏในเอกสาร j

เมื่อได้ค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสารและค่าความถี่ของคำแล้ว สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักคำได้จากสมการ (3)

$$w(i,j) = tf(i,j) \cdot idf(i) \tag{3}$$

โดยที่

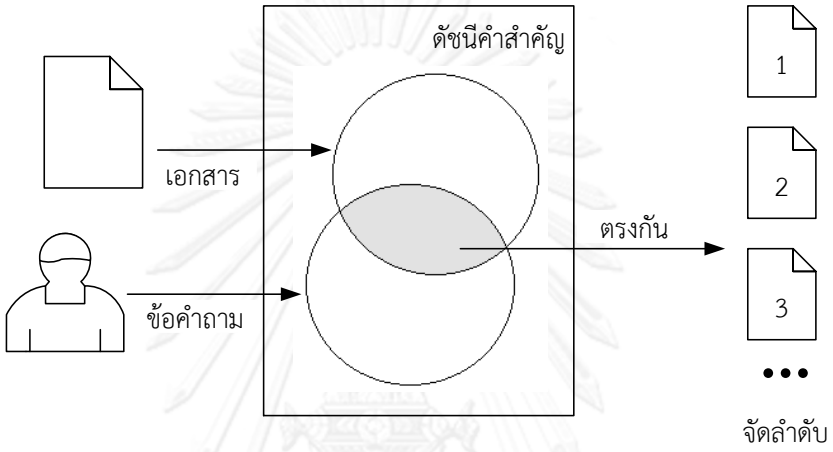
$w(i,j)$ คือ ค่าน้ำหนักคำของเทอม i ในเอกสาร j

ค่าน้ำหนักคำจะถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบหาค่าความคล้าย (Similarity) ระหว่างสองเอกสาร ถ้าเทอม i มีความถี่ในเอกสาร j สูง จะทำให้ค่าน้ำหนักคำสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าเอกสารส่วนมากในคอลเลคชันบรรจุเทอม i ค่าน้ำหนักคำจะลดลงตามค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสาร

เนื่องจากค่าส่วนกลับความถี่ของเอกสารจะสูงขึ้นถ้าเทอม i ปรากฏในไม่กี่เอกสาร และจะลดลงถ้าเทอม i ปรากฏอยู่ในหลายเอกสาร

2.1.4.3 การค้นคืนและจัดลำดับสารสนเทศ

ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศมุ่งเน้นให้ได้เซตคำตอบที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด โดยจะแสดงผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับข้อคำถามของผู้ใช้โดยเรียงลำดับความสอดคล้องจากมากไปน้อย ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ [3]

ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการค้นคืน (Retrieval process) โดยงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ (Vector space model) และขั้นตอนการจัดลำดับ (Ranking process)

1) แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ เป็นแบบจำลองการค้นคืนประเภทหนึ่งที่จะทำการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม $\vec{q}$ และเอกสาร $\overrightarrow{d_j}$ ในรูปแบบของเวกเตอร์

$$\vec{q} = (w_{1,q}, w_{2,q}, \dots, w_{t,q})$$

$$\overrightarrow{d_j} = (w_{1,j}, w_{2,j}, \dots, w_{t,j})$$

โดยที่

$w_{i,q}$ คือ ค่าน้ำหนักของคำที่ k_i ในข้อคำถาม q

$w_{i,j}$ คือ ค่าน้ำหนักของเทอม k_i ในเอกสาร d_j

ค่าน้ำหนัก $w_{i,q}$ สามารถคำนวณได้จากสมการ (4) และค่าน้ำหนัก $w_{i,j}$ สามารถคำนวณได้จากสมการ (5)

$$w_{i,q} = \begin{cases} (1 + log\, f_{i,q}) \times log \frac{N}{n_i} & if\ f_{i,q} > 0 \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (4)$$

โดยที่

$f_{i,q}$ คือ ค่าความถี่ของคำที่ k_i ในข้อคำถาม q

N คือ จำนวนเอกสารทั้งหมด

n_i คือ จำนวนเอกสารที่มีคำที่ k_i ปรากฏอยู่

$$w_{i,j} = \begin{cases} (1 + log\, f_{i,j}) \times log \frac{N}{n_i} & if\ f_{i,j} > 0 \\ 0 & Otherwise \end{cases} \quad (5)$$

โดยที่

$f_{i,j}$ คือ ค่าความถี่ของคำที่ k_i ในเอกสาร d_j

N คือ จำนวนเอกสารทั้งหมด

n_i คือ จำนวนเอกสารที่มีคำที่ k_i ปรากฏอยู่

จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าความคล้าย โดยจะนำน้ำหนักของคำซึ่งคำนวณได้จากสมการ (4) และสมการ (5) มาคำนวณตามสมการ (6)

$$Sim(q, d_j) = \frac{\sum_{i=1}^{t} w_{i,q} \times w_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{t} w_{i,q}^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{t} w_{i,j}^2}} \quad (6)$$

โดยที่

$Sim(q, d_j)$ คือ ค่าความคล้ายของข้อคำถามกับเอกสาร j

$w_{i,q}$ คือ ค่าน้ำหนักของเทอม k_i ในข้อคำถาม q

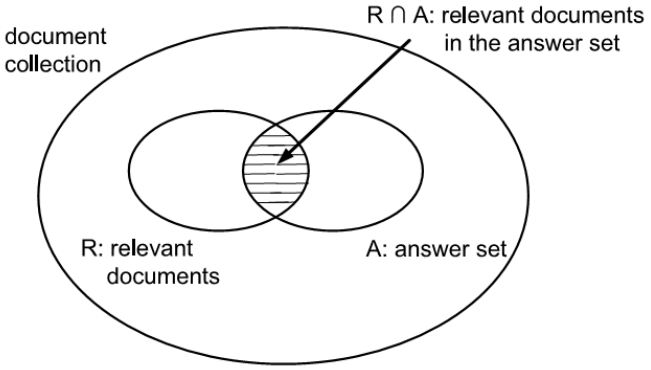
$w_{i,j}$ คือ ค่าน้ำหนักของคำที่ k_i ในเอกสาร d_j

2) การจัดลำดับผลลัพธ์ หลังจากคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถามกับเอกสารแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำค่าความคล้ายที่ได้มาจัดลำดับผลลัพธ์ที่มีความสอดคล้องกับข้อคำถามจากมากไปน้อย และแสดงเป็นเซตคำตอบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกเอกสารที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้ใช้มากที่สุด

2.1.5 การประเมินผล

ในการประเมินผลการค้นคืนสารสนเทศนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและวัดประสิทธิผลว่าระบบค้นคืนสารสนเทศสามารถค้นคืนเอกสารที่มีความสอดคล้องกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาได้อย่างถูกต้องและตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ค่าเรียกคืน (Recall) และค่าความ

แม่นยำ (Precision) เป็นมาตรวัดสำหรับการประเมิน ภาพรวมของการหาค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำแสดงในรูปที่ 6 และแสดงรายละเอียดของแต่ละมาตรวัดดังต่อไปนี้



รูปที่ 6 ภาพรวมของการหาค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำ [3]

1) ค่าเรียกคืน ใช้ในการวัดความสามารถของระบบการสืบค้นเพื่อพิจารณาว่าเซตคำตอบที่ได้มานั้นมีจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Relevant) เป็นจำนวนเท่าไหร่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (7)

$$Recall = r = \frac{|R \cap A|}{|R|} \tag{7}$$

โดยที่

r คือ ค่าเรียกคืนของการค้นคืน

R คือ จำนวนเอกสารที่มีความสัมพันธ์กับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ

A คือ จำนวนเอกสารที่ได้จากการค้นคืนของระบบ

$R \cap A$ คือ จำนวนเอกสารที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเอกสารที่กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญกับเอกสารที่เป็นเซตของคำตอบ

2) ค่าความแม่นยำ ค่าความแม่นยำใช้ในการวัดความสามารถของระบบการสืบค้นเพื่อพิจารณาว่าเซตคำตอบที่ได้มานั้นมีจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นจำนวนเท่าไหร่เมื่อเปรียบเทียบกับเซตคำตอบทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (8)

$$Precision = p = \frac{|R \cap A|}{|A|} \tag{8}$$

โดยที่

p คือ ค่าความแม่นยำของการค้นคืน

2.1.6 การจัดกลุ่มเอกสาร

การจัดกลุ่มเอกสารเป็นขั้นตอนการในการจัดการสารสนเทศให้อยู่ในกลุ่มหรือประเภทที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้ใช้การจัดกลุ่มแบบนาอีฟ (Naive text classification) เพื่อจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้อยู่ในประเภทกลุ่มองค์ความรู้ของสวีบ็อค

2.1.6.1 การจัดกลุ่มแบบนาอีฟ

อัลกอริทึม (Algorithm) นาอีฟเหมาะสำหรับการจัดกลุ่มเอกสารที่มีการระบุตัวจำแนกประเภท (Class) ไว้แล้ว โดยใช้ค่าความคล้ายในการจัดกลุ่มเอกสารให้อยู่ในตัวจำแนกประเภทที่ได้กำหนดไว้ เอกสารหนึ่งๆ จะถูกคำนวณหาค่าความคล้ายกับทุกๆ ตัวจำแนกประเภทเพื่อจัดกลุ่มเอกสารให้อยู่ในประเภทที่มีค่าความคล้ายมากที่สุดหรือตามค่าที่กำหนด

การจัดกลุ่มแบบนาอีฟสามารถคำนวณได้จากขั้นตอนต่อไปนี้

1) รับข้อมูลนำเข้า ได้แก่ กลุ่มของเอกสาร D และเซตของตัวจำแนกประเภท C

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_L)$$

โดยที่

C คือ เซตของตัวจำแนกประเภท

L คือ จำนวนทั้งหมดของตัวจำแนกประเภท

2) แทนเอกสาร d_j แลตัวจำแนกประเภท c_p ด้วยค่าน้ำหนักของเทอมในเวกเตอร์ สามารถคำนวณได้จากสมการ (4)

3) ในทุกๆ เอกสาร d_j ที่เป็นสมาชิกของ D ดำเนินการดังนี้

3.1) จะทำการค้นคืนตัวจำแนกประเภท c_p ที่เป็นสมาชิกของ C ที่ประกอบด้วยเทอมที่แมทช์ (Match) กับเทอมในเอกสาร d_j

3.2) แต่ละคู่ของ $[d_j, c_p]$ สามารถคำนวณหาค่าความคล้ายได้จากสมการ (9)

$$Sim(d_j, c_p) = \frac{\overrightarrow{d_J} \cdot \overrightarrow{c_p}}{|\overrightarrow{d_J}| \times |\overrightarrow{c_p}|} \quad (9)$$

โดยที่

$Sim(d_j, c_p)$ คือ ค่าความคล้ายของเอกสาร j กับตัวจำแนกประเภท p

d_j คือ เอกสาร j

c_p คือ ตัวจำแนกประเภท p

3.3) จัดเอกสาร d_j ให้อยู่ในกลุ่มของตัวจำแนกประเภท c_p ที่ให้ค่าความคล้ายมากที่สุด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วยกันทั้งหมด 5 งานวิจัย จุดประสงค์หลักของการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาแนวทางและวิธีคิดต่าง ๆ ของงานวิจัยก่อนหน้า เพื่อนำมาปรับใช้ในการทำงานวิจัยนี้ให้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น โดยจำแนกกลุ่มของงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกลุ่มองค์ความรู้ และกลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความสามารถของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังจะแสดงรายละเอียดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 กลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกลุ่มองค์ความรู้

1) Personalized Microblogging Information Management Framework based on SWEBOK [4]

งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบงานและตัววัดความเกี่ยวข้องสำหรับการจำแนกและค้นคืนข้อความจากไมโครบล็อกกิงซึ่งมีความเกี่ยวข้องในด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยสวีบ็อคถูกนำมาใช้ในการสร้างตัวจำแนกข้อความจากความถี่ของคำ ข้อความจากไมโครบล็อกกิงจะถูกจำแนกหรือค้นคืนตามคะแนนที่ถูกคำนวณจากความคล้ายคลึงด้านเนื้อหาและบริบททางสังคม (Social context) โดยบริบททางสังคมประกอบด้วยมุมมองด้านผู้ใช้ (User feature) และมุมมองด้านประชาคม (Community feature) การทดลองเพื่อวัดประสิทธิผลของกรอบงานนี้ถูกทำขึ้นโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการค้นคืนตามหลักการการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ โดยการวัดประสิทธิผลของการจำแนกข้อความถูกวัดด้วยค่าเฉลี่ยฮาโมนิค และประสิทธิผลของการค้นคืนข้อความถูกวัดด้วย Weight r-precision และ Discounted cumulative gain ซึ่งจากการทดลองพบว่าประสิทธิผลที่ได้จากการจำแนกและค้นคืนข้อความด้วยการใช้บริบททางสังคมมีมากกว่าวิธีการค้นคืนตามหลักการการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาเครื่องมือตามกรอบงานที่นำเสนอโดยรวมตัวคัดแยกที่สร้างจากสวีบ็อคไว้ ซึ่งช่วยให้วิศวกรรมซอฟต์แวร์สามารถรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากไมโครบล็อกกิงได้

จากงานวิจัยดังกล่าวที่ได้ใช้สวีบ็อคช่วยในการคัดแยก ในงานวิจัยที่นำเสนอนี้จึงนำแนวคิดในจากงานวิจัยดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกข้อความจากความถี่ของคำ สามารถนำมาใช้จำแนกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำวิธีการในการใช้สวีบ็อคมาจำแนกประเภทงานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์จากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย

2) Guide to Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) and the Software Engineering Education Knowledge (SEEK) – A Preliminary Mapping [5]

งานวิจัยนี้นำเสนอการจับคู่ของสองกลุ่มองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องแต่แตกต่างกันอย่างชัดเจน นั่นคือสวีบ็อคและซีค (Software Engineering Education [body of] Knowledge) [6] โดยสวีบ็อคมีจุดประสงค์เพื่อระบุและอธิบายกลุ่มองค์ความรู้ของวิศวกรรมซอฟต์แวร์แก่ผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น สวีบ็อคจะประกอบด้วยหัวข้อที่เหมาะสมกับความต้องการและการใช้งานในอุตสาหกรรม ส่วนซีคมีจุดประสงค์เพื่อจำกัดขอบเขตองค์ความรู้แก่ผู้ไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นซีคจึงประกอบด้วยหัวข้อที่เกี่ยวกับการศึกษาในระดับปริญญาตรี การจับคู่จะแสดงให้เห็นถึงจำนวนและรายละเอียดของความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มองค์ความรู้นี้

ผู้วิจัยได้นำการจับคู่ของสองกลุ่มองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการจัดกลุ่มองค์ความรู้ระหว่าง สวีบ็อคและเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3) Classification and Comparison of Agile Method [7]

งานวิจัยนี้ได้อธิบายเทคนิคและเครื่องมือที่สนับสนุนการจัดกลุ่มและเปรียบเทียบวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้เซตของคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับบทที่ 2 , 4, 5, และ 8 ของสวีบ็อค นั่นคือความต้องการซอฟต์แวร์ การสร้างซอฟต์แวร์ การทดสอบซอฟต์แวร์ และการจัดการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่าง eXtreme Programming (XP) และ Scrum

ผู้วิจัยได้นำสวีบ็อคมาทำช่วยในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยใช้คำอธิบายในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาทำการเปรียบเทียบระหว่างประเภทเครื่องมือกับเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

2.2.2 กลุ่มของงานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความสามารถของวิศวกรรมซอฟต์แวร์

1) Techniques for Quantitative Analysis of Software Quality throughout the SDLC: The SWEBOK Guide Coverage [8]

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคในการวิเคราะห์การวัดปริมาณคุณภาพของซอฟต์แวร์และการนำไปปรับใช้ระหว่างวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยนำเครื่องมือพื้นฐานด้านคุณภาพ 7 ชนิด เทคนิคการควบคุมขั้นตอนทางสถิติ (Statistics process control) และเทคนิคซิกซ์ซิกมา (Six sigma) เพื่อทำการจัดการและควบคุมคุณภาพของซอฟต์แวร์ระหว่างขั้นตอนการระบุข้อจำกัด ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ ขั้นตอนการทดสอบ และขั้นตอนการบำรุงรักษา โดย

ได้อธิบายรวมถึงจัดเตรียมตัวอย่างของการประยุกต์ใช้เครื่องมือระหว่างวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์

ผลสรุปของงานวิจัยนี้คือ เครื่องมือพื้นฐานด้านคุณภาพทั้ง 7 ชนิดและเทคนิคการควบคุมขั้นตอนทางสถิติถูกรวมอยู่ในสวีบ็อค แต่เทคนิคซิกซ์ซิกมาไม่ถูกรวมไว้ในสวีบ็อค ดังนั้นจึงทำการปรับสวีบ็อคให้เป็นปัจจุบันโดยรวมเทคนิค ซิกซ์ซิกมาเข้าไป เนื่องจากจะทำให้เพิ่มคุณภาพของวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยการช่วยให้เข้าใจขอบเขตของปัญหามากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้นำสวีบ็อคมาเป็นแนวทางสำหรับการวัดคุณภาพของซอฟต์แวร์กับเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ แต่ยังไม่ได้วิเคราะห์ไปถึงเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดนี้มาพัฒนาเพื่อวิเคราะห์เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

2) FOCUS: An Adaptation of a SWEBOK-Based Curriculum for Industry Requirements [9]

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน (Software Application) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในบริบทของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยนำเสนอหลักสูตรภายในของ Siemens Corporate Development Center India หรือ CT DC IN ที่มีชื่อว่า FOundation CUrriculum for Software engineers หรือ FOCUS ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากสวีบ็อค โดยโปรแกรมโฟกัสนั้นถูกใช้ในการฝึกอบรมวิศวกรมากกว่า 500 คนในช่วงสามปีที่ผ่านมา ในการประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมโฟกัสนั้น งานวิจัยนี้ได้ใช้การสำรวจเพื่อรวบรวมการตอบรับจากผู้จัดการ ผู้ฝึกอบรม และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโฟกัส ผลการตอบรับชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมโฟกัสนั้นสามารถจัดการกับความต้องการขององค์กรขนาดใหญ่ได้ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำสวีบ็อคมาใช้เป็นพื้นฐานในองค์กรต่างๆ เพื่อทำให้องค์กรนั้นๆ มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้นำสวีบ็อคมาเป็นพื้นฐานในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ทำให้การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.2.3 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 5 งานวิจัย ทุกงานวิจัยได้นำสวีบ็อคมาช่วยในการจัดกลุ่ม แต่จะมีส่วนที่แตกต่างกันคือวิธีการที่ใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสรุปวิธีการที่ใช้ของแต่ละงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่นำเสนอ ดังแสดงในตารางที่ 1

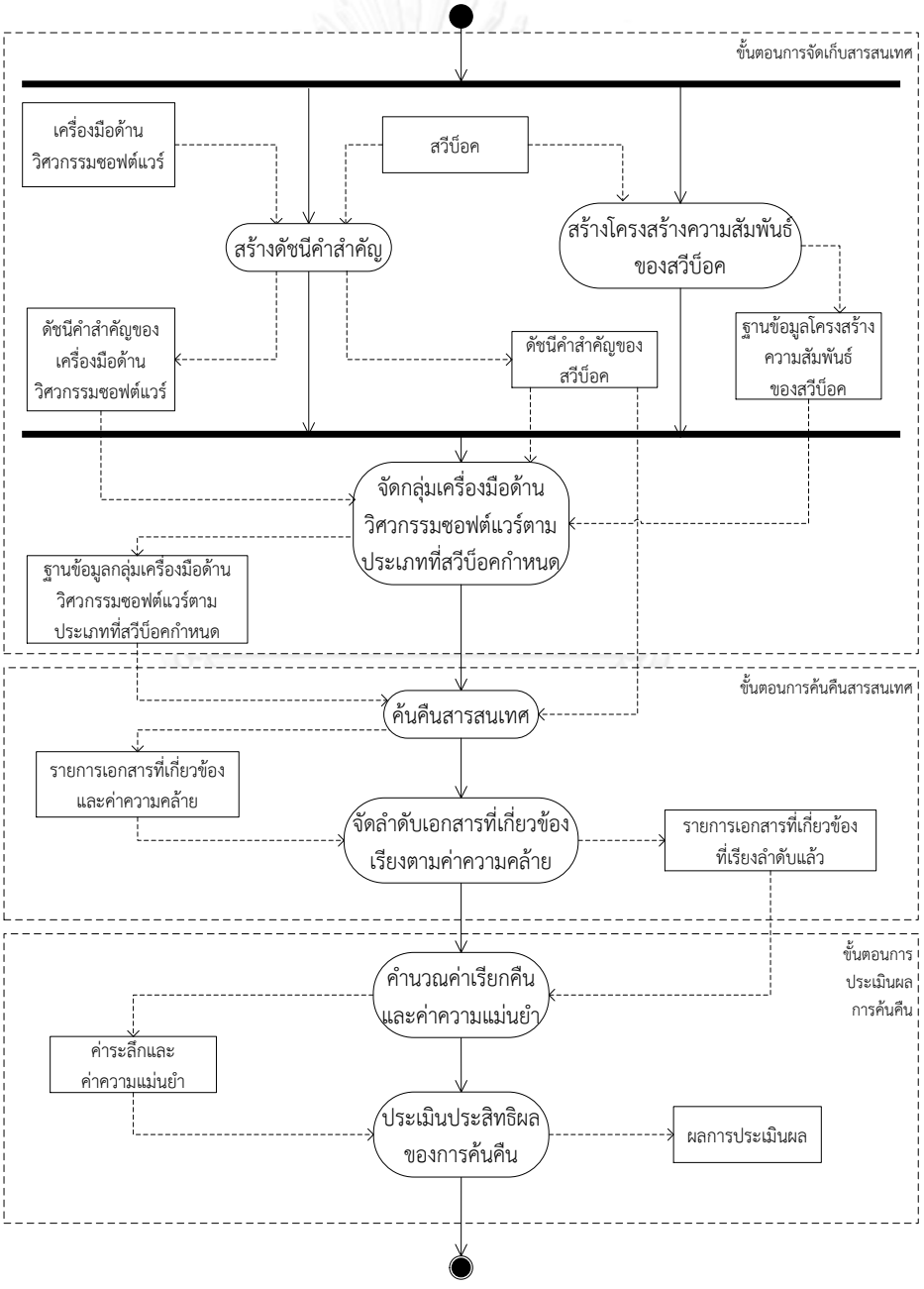
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ

ผู้เขียน	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	งานวิจัยที่นำเสนอ
W. Surapat et al	งานวิจัยนี้ใช้สวีบ็อคเพื่อจัดกลุ่มข้อความจากไมโครบล็อคกิง	งานวิจัยที่นำเสนอใช้สวีบ็อคเพื่อจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
P. Bourque et al	งานวิจัยนี้จับคู่สองกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องแต่แตกต่างกันนั่นคือสวีบ็อคและซีค	งานวิจัยที่นำเสนอจับคู่เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้สอดคล้องกับชนิดของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนด
J.M. Fernandes et al	งานวิจัยนี้ใช้สวีบ็อคเพื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้เซตของคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องของสวีบ็อค	งานวิจัยที่นำเสนอใช้สวีบ็อคเพื่อเปรียบเทียบวิธีการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีดั้งเดิมและด้วยวิธีการใช้สวีบ็อค
M. Talib et al	งานวิจัยนี้ใช้สวีบ็อคเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของซอฟต์แวร์ด้วยเครื่องมือและเทคนิคในแต่ละขั้นตอนของ SDLC	งานวิจัยที่นำเสนอใช้สวีบ็อคเพื่อวิเคราะห์ชนิดของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในแต่ละขั้นตอนของ SDLC
G. Samarthyam et al	งานวิจัยนี้ใช้สวีบ็อคเพื่อสร้าง FOCUS ที่ช่วยเพิ่มความสามารถของวิศวกรรมซอฟต์แวร์	งานวิจัยที่นำเสนอใช้สวีบ็อคเพื่อเพิ่มความแม่นยำในขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
แนวคิดวิธีวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดวิธีวิจัยของการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทเครื่องมือที่สวีบ็อคกำหนด โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศ ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ และขั้นตอนการประเมินผลการค้นคืน ดังแสดงภาพรวมงานวิจัยในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ภาพรวมของงานวิจัย

จากรูปที่ 7 ข้อมูลนำเข้าของระบบได้แก่ 1) ข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย ชื่อของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คำอธิบายของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และ 2) รายละเอียดของสวีบ็อค ประกอบด้วย ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับ (Level) ที่ 1) ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) และคำอธิบายรายละเอียดในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเภท โดยระบบจะนำข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาทำการสร้างดัชนีคำสำคัญ (Indexing) และนำข้อมูลของสวีบ็อคมาสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 3 จากนั้นนำโครงสร้างความสัมพันธ์ระดับที่ 3 มาสร้างดัชนีคำสำคัญ และนำโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคมาสร้างฐานข้อมูล (Database) ความสัมพันธ์ของโครงสร้างความสัมพันธ์เมื่อได้ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค และฐานข้อมูลความสัมพันธ์ของโครงสร้างความสัมพันธ์แล้ว จะนำข้อมูลทั้งสามส่วนมาทำการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

งานวิจัยนี้ใช้การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยอัลกอริทึมนาอีฟ เมื่อระบบทำการวิเคราะห์จัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการเก็บเซตคำตอบเพื่อเปรียบเทียบกับข้อคำถาม (Query) เมื่อระบบได้รับข้อคำถามจากผู้ใช้ โดยระบบจะแสดงผลการค้นคืนเป็นรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สอดคล้องกับประเภทกลุ่มการใช้งานที่ผู้ใช้ต้องการค้นคืนเรียงลำดับจากเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับข้อคำถามมากที่สุด (High relevance) และเพื่อตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของเซตคำตอบ งานวิจัยนี้ใช้ค่าเรียกคืน (Recall) และค่าความแม่นยำ (Precision) เป็นมาตรวัดในการประเมินผล

3.1 ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศ

การจัดเก็บสารสนเทศประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างดัชนีคำสำคัญ 2) การสร้างฐานข้อมูลความสัมพันธ์จากโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค และ 3) การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 การสร้างดัชนีคำสำคัญ

ข้อมูลนำเข้าสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1) เอกสารทีเอ็กซ์ที (.txt) ของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ คำอธิบาย และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างชื่อ คำอธิบาย และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [10]

ชื่อ	คำอธิบาย	คุณลักษณะ
SpiraTest	Offers a complete software test management solution that brings order! Instead of stove-piped tools, you can now manage your requirements, test cases, test steps and defects throughout the entire project lifecycle. You can use one integrated environment to have complete traceability at all times. Testing Nirvana! Empower your testing team and throw off the shackles of outdated methods, SpiraTest offers unparalleled functionality and usability combined with our award-winning technical support. Available as an on-premise installation or hosted service. Provides a complete Quality Assurance solution that manages requirements, tests, bugs and issues in one environment, with complete traceability from inception to completion.	- Requirements Management - Test Case Management - Defect Tracking - Project Management - Manual Testing - Automated Testing - Release Management - Reporting - Document Collaboration - Build Management - Mobile Device Support - Email Integration - Customization - Administration - Data Migration

2) คำอธิบายรายละเอียดของสวีบ็อคในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคระดับที่ 3 ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดของสวีบ็อค (เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์) [2]

ประเภทเครื่องมือ	คำอธิบายรายละเอียด
เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองความต้องการ	Requirements modeling tools. These tools are used for eliciting, analyzing, specifying, and validating software requirements. The development of models of a real-world problem is key to software requirements analysis. Their purpose is to aid in understanding the problem, rather than to initiate design of the solution. Hence, conceptual models comprise models of entities from the problem domain configured to

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดของสวีบ็อค (เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์) [2] (ต่อ)

ประเภทเครื่องมือ	คำอธิบายรายละเอียด
เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองความต้องการ	reflect their real-world relationships and dependencies. Several kinds of models can be developed. These include data and control flows, state models, event traces, user interactions, object models, data models, and many others. The factors that influence the choice of model include - The nature of the problem. Some types of software demand that certain aspects be analyzed particularly rigorously. For example, control flow and state models are likely to be more important for real-time software than for management information software, while it would usually be the opposite for data models. - The expertise of the software engineer. It is often more productive to adopt a modeling notation or method with which the software engineer has experience. - The process requirements of the customer. Customers may impose their favored notation or method, or prohibit any with which they are unfamiliar. This factor can conflict with the previous factor. - The availability of methods and tools. Notations or methods which are poorly supported by training and tools may not achieve widespread acceptance even if they are suited to particular types of problems. Note that, in almost all cases, it is useful to start by building a model of the software context. The software context provides a connection between the intended software and its external environment. This is crucial to understanding the software's context in its operational environment and to identifying its interfaces with the environment. The issue of modeling is tightly coupled with that of methods. For practical purposes, a method is a notation (or set of notations) supported by a process which guides the application of the notations. There is little empirical evidence to support claims for the superiority of one notation over another. However, the widespread acceptance

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดของสวีบ็อค (เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์) [2] (ต่อ)

ประเภทเครื่องมือ	คำอธิบายรายละเอียด
เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองความต้องการ	of a particular method or notation can lead to beneficial industry-wide pooling of skills and knowledge. This is currently the situation with the UML (Unified Modeling Language). (UML04) Formal modeling using notations based on discrete mathematics, and which are traceable to logical reasoning, have made an impact in some specialized domains. These may be imposed by customers or standards or may offer compelling advantages to the analysis of certain critical functions or components. This topic does not seek to “teach” a particular modeling style or notation but rather provides guidance on the purpose and intent of modeling. Two standards provide notations which may be useful in performing conceptual modeling–IEEE Std 1320.1, IDEF0 for functional modeling; and IEEE Std 1320.2, IDEF1X97 (IDEFObject) for information modeling. Prototyping is commonly a means for validating the software engineer’s interpretation of the software requirements, as well as for eliciting new requirements. As with elicitation, there is a range of prototyping techniques and a number of points in the process where prototype validation may be appropriate. The advantage of prototypes is that they can make it easier to interpret the software engineer’s assumptions and, where needed, give useful feedback on why they are wrong. For example, the dynamic behavior of a user interface can be better understood through an animated prototype than through textual description or graphical models. There are also disadvantages, however. These include the danger of users’ attention being distracted from the core underlying functionality by cosmetic issues or quality problems with the prototype. For this reason, several people recommend prototypes which avoid software, such as flip-chart-based

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดของสวีบ็อค (เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์) [2] (ต่อ)

ประเภทเครื่องมือ	คำอธิบายรายละเอียด
เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองความต้องการ	mockups. Prototypes may be costly to develop. However, if they avoid the wastage of resources caused by trying to satisfy erroneous requirements, their cost can be more easily justified.
เครื่องมือสำหรับตามรอยความต้องการ	Requirement traceability tools. These tools are becoming increasingly important as the complexity of software grows. Since they are also relevant in other life cycle processes, they are presented separately from the requirements modeling tools. Requirements tracing is concerned with recovering the source of requirements and predicting the effects of requirements. Tracing is fundamental to performing impact analysis when requirements change. A requirement should be traceable backwards to the requirements and stakeholders which motivated it (from a software requirement back to the system requirement(s) that it helps satisfy, for example). Conversely, a requirement should be traceable forwards into the requirements and design entities that satisfy it (for example, from a system requirement into the software requirements that have been elaborated from it, and on into the code modules that implement it). The requirements tracing for a typical project will form a complex directed acyclic graph (DAG) of requirements.

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือลูซีน (Lucene) ในการทำดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค อีกทั้งยังคำนวณค่าความถี่ให้คำสำคัญเหล่านั้นด้วย โดยคำนวณค่าความถี่ได้จากสมการ (2) ในบทที่ 2

คำสำคัญและค่าความถี่ที่ได้จากข้อมูลของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์จะถูกบันทึกลงในไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งภายในไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์จะระบุคำสำคัญ รายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ทั้งหมด พร้อมทั้งระบุความถี่ของคำสำคัญที่ปรากฏในแต่ละเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังแสดงใน

ตารางที่ 4 โดยเอกสารที่ 0-42 คือเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นข้อมูลนำเข้าจำนวน 43 เครื่องมือ

ตารางที่ 4 ตัวอย่างไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

คำสำคัญ		**เอกสารที่**											**ความถี่**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**...**	**42**	
analysis	0	4	0	0	0	0	0	0	7	0	...	1	11
communicate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	1
evaluate	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	...	0	1
generate	0	4	0	0	0	1	0	0	5	0	...	0	8

คำสำคัญและค่าความถี่ที่ได้จากคำอธิบายรายละเอียดของสวีบ็อคในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคระดับที่ 3 จะถูกบันทึกลงในไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค ซึ่งภายในไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคจะระบุคำสำคัญ พร้อมทั้งระบุความถี่ของคำสำคัญที่ปรากฏในแต่ละประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยเอกสารที่ 0-25 คือประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดทั้งหมด 26 กลุ่ม

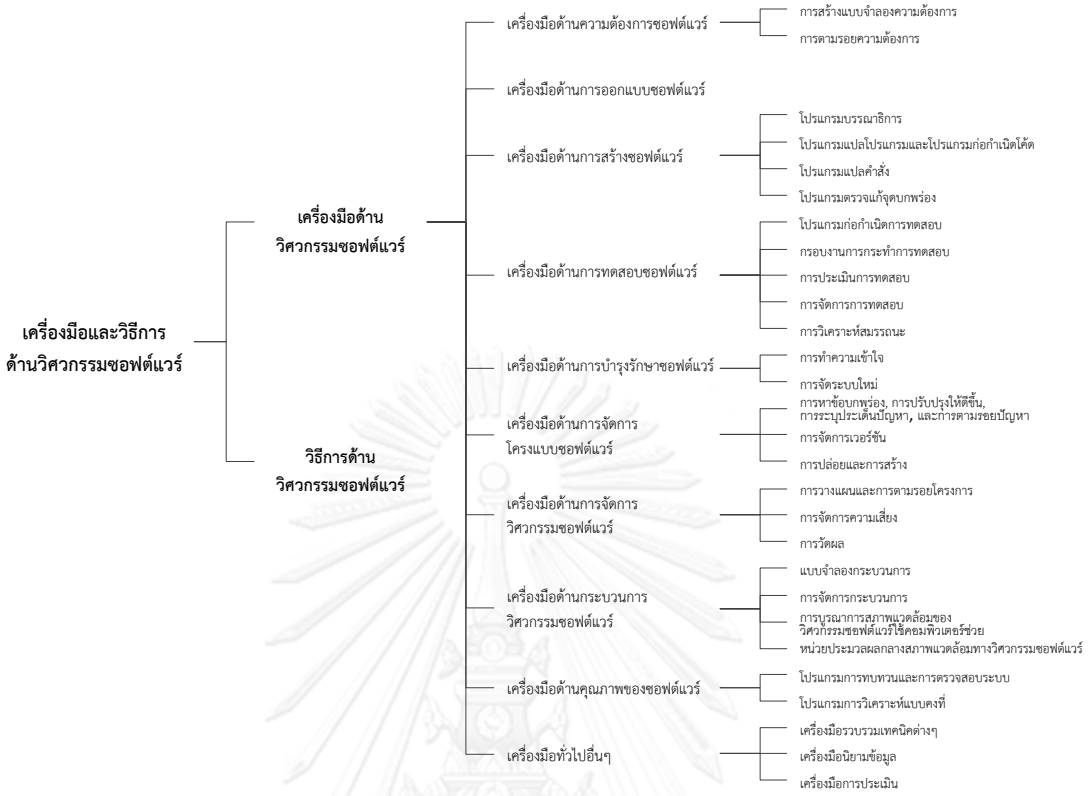
ตารางที่ 5 ตัวอย่างไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค

คำสำคัญ		**เอกสารที่**											**ความถี่**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**...**	**25**	
configuration	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	...	0	9
design	1	1	8	0	2	0	0	1	0	0	...	2	7
execute	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	...	0	2
require	7	17	0	1	1	0	1	0	3	0	...	2	13

Chulalongkorn University

3.1.2 การสร้างฐานข้อมูลความสัมพันธ์จากโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค

การสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคช่วยในการกำหนดขอบเขตของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มองค์ความรู้ที่ 9 ในบทที่ 10 ของสวีบ็อค และเนื่องจากกลุ่มองค์ความรู้ที่ 9 ของสวีบ็อค ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และวิธีการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แต่งานวิจัยนี้สนใจเฉพาะส่วนของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จึงนำหัวข้อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) และหัวข้อย่อยของแต่ละประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างฐานข้อมูลความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 8 และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค



รูปที่ 8 โครงสร้างความสัมพันธ์ของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่ 1 และ 2

3.1.3 การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

สวีบ็อคถูกนำมาใช้ในการสร้างตัวจำแนกเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 10 ประเภทใหญ่และแบ่งเป็นประเภทย่อย ดังแสดงในรูปที่ 8 ในการจำแนกประเภทหรือการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้น ผู้วิจัยใช้อัลกอริทึมนาอีฟ โดยกำหนดตัวจำแนกประเภทคือประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามสวีบ็อค (ระดับที่ 2) ดังนั้นจะมีตัวจำแนกประเภททั้งหมด 26 ประเภท (ไม่นำประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่ 2 ของประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่ 1 ในหัวข้อที่ 10 มาเป็นตัวจำแนกประเภท เนื่องจากเป็นเครื่องมือทั่วไปอื่นๆ จึงยากในการประเมินผลการทดลอง) จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์กับทุกๆ ตัวจำแนกประเภท เพื่อหาว่าเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์แต่ละอันมีค่าความคล้ายจากตัวจำแนกประเภทใดมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ นั่นคือ 0.5 โดยจะทำการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้อยู่ในกลุ่มประเภทที่มีค่าความคล้ายมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ การคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์กับตัวจำแนกประเภทหาได้จากสมการ (9) ในบทที่ 2

ตัวอย่างของการคำนวณค่าความคล้ายระหว่างเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์กับตัวจำแนกประเภท มีดังนี้

กำหนดให้

c_1 = [analysis, requirement, model]

d_1 = [requirement, software, model, evaluate, design]

N = 26 เอกสาร

n_i ของ c_1 = [13, 4, 1] ตามลำดับ

n_i ของ d_1= [5, 21, 3, 12, 9] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ c_1 = [3, 10, 13] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ d_1 = [9, 2, 5, 1, 3] ตามลำดับ

โดยที่

c_1 คือ ตัวจำแนกประเภทที่ 1

d_1 คือ เอกสารที่ 1

N คือ จำนวนเอกสารทั้งหมด

n_i คือ จำนวนเอกสารที่เทอม i ปรากฏอยู่

$f_{i,j}$ คือ จำนวนครั้งของเทอม i ที่ปรากฏในเอกสาร j

วิธีการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1) คำนวณหาค่าน้ำหนักของเซตตัวจำแนกประเภท c_1 นั่นคือหาค่าน้ำหนักของเทอม analysis, requirement, และ model จากสมการ (1), (2), และ (3) ในบทที่ 2 ตามลำดับ

1.1) $w_{analysis} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 3) \times log \frac{26}{13}$

$= 1.47 \times 0.30$

$= 0.44$

1.2) $w_{requirement} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 10) \times log \frac{26}{4}$

$= 2 \times 0.81$

$= 1.62$

1.3) $w_{model} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 13) \times log \frac{26}{1}$

$= 2.11 \times 1.41$

$= 2.97$

ดังนั้น $w_{c1} = [0.44, 1.62, 2.97]$

2) คำนวณหาค่าน้ำหนักของเซตเอกสาร d_1 นั่นคือหาค่าน้ำหนักของเทอม requirement, software, model, evaluate, และ design แต่เนื่องจากเทอม software, evaluate, และ design ไม่ปรากฏในตัวจำแนก c_1 ดังนั้นจะทำการหาค่าน้ำหนักเฉพาะเทอม requirement และ model เท่านั้น สามารถคำนวณได้จากสมการ (1), (2), และ (3) ในบทที่ 2 ตามลำดับ

2.1) $w_{requirement} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 9) \times log \frac{26}{5}$

$= 1.95 \times 0.72$

$= 1.40$

2.2) $w_{model} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 5) \times log \frac{26}{3}$

$= 1.69 \times 0.94$

$= 1.59$

ดังนั้น $w_{d1} = [0, 1.40, 1.59]$

3) คำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างตัวจำแนกประเภท c_1 กับเอกสาร d_1 จากสมการ (9) ในบทที่ 2

$$Sim(c_1, d_1) = \frac{\overrightarrow{c_1} \cdot \overrightarrow{d_1}}{|\overrightarrow{c_1}| \times |\overrightarrow{d_1}|}$$

$$= \frac{(0.44 \times 0) + (1.62 \times 1.40) + (2.97 \times 1.59)}{\sqrt{0.44^2 + 1.62^2 + 2.97^2} \times \sqrt{1.40^2 + 1.59^2}}$$

$$= \frac{0 + 2.27 + 4.72}{\sqrt{11.63} \times \sqrt{4.49}}$$

$$= \frac{6.99}{7.23}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$= 0.97$$

ดังนั้น ค่าความคล้ายระหว่างตัวจำแนกประเภท c_1 กับเอกสาร d_1 มีค่าเท่ากับ 0.97

จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าความคล้ายของเอกสาร d_1 กับทุกๆ ตัวจำแนกประเภทที่เหลืออีก 25 ประเภท เพื่อทำการจัดกลุ่มเอกสารในที่นี้คือเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้อยู่ในประเภทที่มีค่าความคล้ายมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ และจะทำการหาค่าความคล้ายตามขั้นตอนดังกล่าวกับทุกๆ เอกสารจนครบ ขั้นตอนต่อไปคือพิจารณาว่าแต่ละตัวจำแนกประเภทนั้นเป็นสมาชิกของประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) ใด โดยใช้ฐานข้อมูลความสัมพันธ์ของโครงสร้างความสัมพันธ์ที่สร้างไว้เป็นตัวกำหนด

เซตคำตอบที่ได้จะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยจะแสดงเป็นตารางความสัมพันธ์ที่ระบุว่าเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ เป็นเครื่องมือประเภทใด และมีค่าความคล้ายระหว่างเครื่องมือแต่ละชนิดกับตัวจำแนกประเภทเท่าใด ดังแสดงในตาราง 6 ค่าความคล้ายจะบ่งบอกว่าเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ถูกจัดอยู่ในประเภทใด โดยจะจัดเครื่องมือให้อยู่ในกลุ่มที่มีค่าความคล้ายมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ เช่น ในตารางที่ 6 เครื่องมือ Accept 360 มีค่าความคล้ายจากตัวจำแนกประเภทที่ 1 (การสร้างแบบจำลองความต้องการ) มากที่สุด ซึ่งมีค่าความคล้ายเท่ากับ 0.97 ดังนั้น เครื่องมือ Accept 360 จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มของตัวจำแนกประเภทที่ 1 อีกทั้งเครื่องมือ Accept 360 ยังมีค่าระยะห่างระหว่างตัวจำแนกประเภทที่ 2 (การตามรอยความต้องการ) ตัวจำแนกประเภทที่ 18 (การวางแผนและการตามรอยโครงการ) ตัวจำแนกประเภทที่ 21 (แบบจำลองกระบวนการ) และตัวจำแนกประเภทที่ 22 (การจัดการกระบวนการ) มากกว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากตัวอักษรหนาในตาราง ดังนั้นเครื่องมือ Accept 360 ก็ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มดังกล่าวด้วยเช่นกัน เป็นต้น

ตารางที่ 6 ตัวอย่างไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ตัวจำแนกประเภท	**เครื่องมือ**			
	Accept 360	*Blue fish*	*Argo UML*	*Spira Test*
1. การสร้างแบบจำลองความต้องการ	**0.97**	0.25	0.14	0.26
2. การตามรอยความต้องการ	**0.83**	0.29	0.21	0.34
3. การออกแบบซอฟต์แวร์	0.25	**0.79**	**0.56**	0.15
4. โปรแกรมบรรณาธิการ	0.43	0.45	**0.69**	0.18
5. โปรแกรมแปลโปรแกรมและโปรแกรมก่อกำเนิดโค้ด	0.39	0.30	0.07	0.10
6. โปรแกรมแปลคำสั่ง	0.12	0.21	0.34	0.72
7. โปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง	0.24	0.09	0.41	**0.70**

ตารางที่ 6 ตัวอย่างไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ต่อ)

ตัวจำแนกประเภท	เครื่องมือ			
	Accept 360	*Blue fish*	*Argo UML*	*Spira Test*
8. โปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ	0.22	0.16	**0.89**	0.21
9. กรอบงานการกระทำการทดสอบ	0.21	0.43	**0.51**	**0.86**
10. การประเมินการทดสอบ	0.44	0.25	0.23	0.30
11. การจัดการการทดสอบ	035	0.28	0.46	**0.66**
12. การวิเคราะห์สมรรถนะ	0.42	0.35	0.37	0.24
13. การทำความเข้าใจ	0.31	0.38	0.33	**0.90**
14. การจัดระบบใหม่	0.31	0.15	0.36	0.25
15. การหาข้อบกพร่อง การปรับปรุงให้ดีขึ้น การระบุประเด็นปัญหา และการตามรอยปัญหา	0.27	0.41	**0.63**	**0.67**
16. การจัดการเวอร์ชัน	0.38	0.32	**0.72**	**0.51**
17. การปล่อยและการสร้าง	0.19	0.36	0.33	**0.76**
18. การวางแผนและการตามรอยโครงการ	**0.79**	0.28	0.37	**0.71**
19. การจัดการความเสี่ยง	0.43	0.10	0.24	0.34
20. การวัดผล	0.36	0.21	0.08	0.11
21. แบบจำลองกระบวนการ	**0.77**	0.27	**0.75**	0.06
22. การจัดการกระบวนการ	**0.61**	0.16	0.32	0.09
23. การบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย	0.31	0.41	0.14	**0.79**
24. หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์	0.22	0.49	0.43	0.32
25. โปรแกรมการทบทวนและการตรวจสอบระบบ	0.15	0.32	0.35	0.25
26. โปรแกรมการวิเคราะห์แบบคงที่	0.19	0.47	0.20	0.21

3.2 ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ

ในขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศนั้น ระบบจะรับข้อคำถามจากผู้ใช้งาน ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถค้นคืนได้ 2 รูปแบบ คือ

1) ค้นคืนจากข้อคำถามที่เป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด เซตคำตอบที่ได้คือรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สอดคล้องกับประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยค้นคืนจากไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคเป็นอันดับแรกเพื่อให้ทราบว่าข้อคำถามดังกล่าวเป็นประเภทใดบ้าง จากนั้นก็นำไอดี (ID) ของ

ประเภทเครื่องมือฯ ที่ข้อคำถามถูกบรรจุไว้ มาทำการค้นคืนต่อ โดยค้นคืนจากฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อให้ได้เซตคำตอบที่ต้องการนั่นคือรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

2) ค้นคืนจากข้อคำถามที่เป็นชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เซตคำตอบที่ได้คือรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีฟังก์ชันการทำงานใกล้เคียงกับข้อคำถามที่ผู้ใช้งานต้องการ หรือรายการประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์ตามที่สวีบ็อคกำหนดของเครื่องมือฯ ที่เป็นข้อคำถาม โดยค้นคืนจากฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การค้นคืนสารสนเทศของงานวิจัย

ลำดับที่	ข้อคำถาม	เซตคำตอบ	ค้นคืนจาก
1.	ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	1. รายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	1. ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค 2. ฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
2.	ชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	1. รายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2. ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด	1. ฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3.2.1 ประมวลผลข้อคำถาม

การประมวลผลคำค้นคืนเป็นการนำข้อคำถามจากผู้ใช้งานมาทำการวิเคราะห์คำศัพท์ และนำมาใช้เป็นคำสำคัญ เพื่อใช้ในการค้นคืนต่อไป

3.2.2 ค้นคืนสารสนเทศ

การค้นคืนจะนำข้อคำถามที่ได้จากขั้นตอนการประมวลผลข้อคำถามมาทำการคำนวณหาค่าความคล้ายกับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคที่จำแนกเป็น 26 ประเภทเครื่องมือฯ จากนั้นนำไอดีของประเภทเครื่องมือฯ ที่สอดคล้องกับข้อคำถามมาทำการค้นคืนต่อ โดยค้นคืนจากฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อให้ได้เซตคำตอบที่ต้องการ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์เพื่อคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถามกับฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สามารถคำนวณได้จากสมการ (6) ในบทที่ 2 การใช้แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์นี้เพื่อดึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถาม เมื่อพบคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามแล้วจะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป แต่หากเซตคำตอบคือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด ขั้นตอนต่อไปคือพิจารณาว่าประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ที่ได้นั้นถูกจัดอยู่ในประเภทของประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) ใด โดยพิจารณาจากฐานข้อมูลความสัมพันธ์ของโครงสร้างความสัมพันธ์ก่อนจะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ตัวอย่างของการคำนวณค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถามกับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค มีดังนี้

กำหนดให้

q = [requirement, model]

s_1 = [requirement, software, model, evaluate, design]

s_2 = [software, requirement, track]

s_3 = [static, execuse, process, design]

N = 26 เอกสาร

n_i ของ q = [1,1] ตามลำดับ

n_i ของ s_1 = [5, 15, 3, 12, 9] ตามลำดับ

n_i ของ s_2 = [1, 7, 3] ตามลำดับ

n_i ของ s_3 = [11, 3, 7, 9] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ q = [1,1] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ s = [9, 2, 5, 1, 3] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ s_2 = [8, 3, 5] ตามลำดับ

$f_{i,j}$ ของ s_3 = [2, 5, 1, 10] ตามลำดับ

โดยที่

q คือ ข้อคำถาม

s_i คือ ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคที่ i

N คือ จำนวนเอกสารทั้งหมด

n_i คือ จำนวนเอกสารที่เทอม i ปรากฏอยู่

$f_{i,j}$ คือ จำนวนครั้งของเทอม i ที่ปรากฏในเอกสาร j

วิธีการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1) คำนวณหาค่าน้ำหนักของเซตข้อคำถาม q จากสมการ (1), (2), และ (3) ในบทที่ 2 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1) $w_{requirement}$ $= \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 1) \times log \frac{26}{1}$

$= 1 \times 1.41$

$= 1.41$

1.2) w_{model} $= \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 1) \times log \frac{26}{1}$

$= 1 \times 1.41$

$= 1.41$

ดังนั้น $w_q = [1.41, 1.41]$

2) คำนวณหาค่าน้ำหนักของเทอมที่ตรงกับข้อคำถาม q จากสมการ (1), (2), และ (3) ในบทที่ 2 ตามลำดับ

2.1) ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_1 มีเทอมที่ตรงกับข้อคำถาม q ทั้ง 2 เทอม นั่นคือ requirement และ model ดังนั้นหาค่าน้ำหนักของทั้งสองเทอมนี้

2.1.1) $w_{requirement}$ $= \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 9) \times log \frac{26}{5}$

$= 1.95 \times 0.72$

$= 1.40$

2.1.2) w_{model} $= \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 5) \times log \frac{26}{3}$

$= 1.69 \times 0.94$

$= 1.59$

ดังนั้น $w_{s1} = [1.40, 1.59]$

2.2) ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_2 มีเทอมที่ตรงกับข้อคำถาม q จำนวน 1 เทอม นั่นคือ requirement ดังนั้นหาค่าน้ำหนักของเทอม requirement

2.2.1) $w_{requirement} = \left(1 + log\, f_{i,j}\right) \times log \frac{N}{n_i}$

$= (1 + \log 3) \times log \frac{26}{7}$

$= 1.47 \times 0.57$

$= 0.84$

ดังนั้น $w_{s2} = [0.84, 0]$

2.3) ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_3 ไม่มีเทอมที่ตรงกับข้อคำถาม q ดังนั้น $w_{s3} = [0, 0]$

3) คำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถาม q กับทุกๆ ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค จากสมการ (9) ในบทที่ 2

3.1) $Sim(q, s_1) = \frac{\vec{q} \cdot \vec{s_1}}{|\vec{q}| \times |\vec{s_1}|}$

$= \frac{(1.41 \times 1.40) + (1.41 \times 1.59)}{\sqrt{0.41^2 + 1.41^2} \times \sqrt{1.40^2 + 1.59^2}}$

$= \frac{1.97 + 2.24}{\sqrt{3.98} \times \sqrt{4.49}}$

$= \frac{4.21}{4.22}$

$= 0.99$

ดังนั้น ค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถาม q กับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_1 มีค่าเท่ากับ 0.99

3.2) $Sim(q, s_2) = \frac{\vec{q} \cdot \vec{s_2}}{|\vec{q}| \times |\vec{s_2}|}$

$= \frac{(1.41 \times 0.84) + (1.41 \times 0)}{\sqrt{0.41^2 + 1.41^2} \times \sqrt{0.84^2}}$

$= \frac{1.18 + 0}{\sqrt{3.98} \times \sqrt{0.71}}$

$= \frac{1.18}{1.67}$

$= 0.71$

ดังนั้น ค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถาม q กับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_2 มีค่าเท่ากับ 0.71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3) เนื่องจากไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_3 ไม่มีเทอมที่ตรงกับข้อคำถาม q ดังนั้น ค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถาม q กับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_3 มีค่าเท่ากับ 0

เมื่อทำการคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถาม q กับทุกๆ ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคแล้ว ระบบจะนำผลลัพธ์ที่มีค่าความคล้ายมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ จากตัวอย่างนี้คือไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค s_1 และ s_2 ไปทำการค้นคืนจากฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่อไป โดยจะนำเซตคำตอบที่ได้ไปทำการจัดลำดับค่าความคล้ายในขั้นตอน 3.2.3

3.2.3 จัดลำดับเซตคำตอบ

เซตคำตอบที่ได้จากขั้นตอนค้นคืนสารสนเทศคือรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือรายการประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดที่สอดคล้องกับข้อคำถาม โดยในขั้นตอนนี้ระบบจะทำการจัดเรียงลำดับรายการเซตคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามค่าความคล้าย ซึ่งจะเรียงลำดับเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับข้อคำถามจากมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด และทำการแสดงผล

3.3 ขั้นตอนการประเมินผลการค้นคืน

เพื่อทดสอบและวัดผลความสามารถของระบบการค้นคืนในการดึงเอกสารทั้งหมดที่สอดคล้องกับข้อคำถามและความแม่นยำในการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้ค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำเป็นมาตรวัดประสิทธิผลการค้นคืน เพื่อวัดความสามารถของระบบสืบค้น ในการดึงเอกสารที่เป็นคำตอบได้สอดคล้องและตรงประเด็นกับข้อคำถามมากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าเรียกคืนเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนโดยเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถคำนวณได้จากสมการ (7) ในบทที่ 2 โดย $R \cap A$ ในที่นี้คือจำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดทั้งหมดที่ค้นคืนได้ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถาม และ R ในที่นี้คือจำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถาม หรือวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญตามข้อคำถามนั้น และค่าความแม่นยำเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเทียบกับเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (8) ในบทที่ 2 โดย A ในที่นี้คือจำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดทั้งหมดที่ค้นคืนได้

ตัวอย่างของการคำนวณค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำมีดังนี้

กำหนดให้

R = 6

A ของ p = 23

A ของ c = 14

$R \cap A$ ของ p = 4

$R \cap A$ ของ c = 3

โดยที่

R คือ จำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถาม

A คือ จำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดทั้งหมดที่ค้นคืนได้

$R \cap A$ คือ จำนวนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดทั้งหมดที่ค้นคืนได้ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถาม

p คือ การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอ

c คือ การค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

วิธีการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1) คำนวณหาค่าเรียกคืนของทั้งสองวิธีการค้นคืนได้จากสมการ (7) ในบทที่ 2

1.1) ค่าเรียกคืนของวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

$$Recall = \frac{|R \cap A|}{|R|}$$

$$= \frac{4}{6}$$

$$= 0.67$$

1.2) ค่าเรียกคืนของวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

$$Recall = \frac{|R \cap A|}{|R|}$$

$$= \frac{3}{6}$$

$$= 0.50$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) คำนวณหาค่าเรียกคืนของทั้งสองวิธีการค้นคืนได้จากสมการ (8) ในบทที่ 2

2.1) ค่าเรียกคืนของวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

$$Precision = \frac{|R \cap A|}{|A|}$$
$$= \frac{4}{23}$$
$$= 0.17$$

2.2) ค่าเรียกคืนของวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

$$Precision = \frac{|R \cap A|}{|A|}$$
$$= \frac{3}{14}$$
$$= 0.21$$

3.3.1 การทดลอง

ผู้วิจัยได้สร้างโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อคำถามที่ต้องการค้นคืนจำนวน 26 ข้อคำถาม นั่นคือประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ตามที่สวีบ็อคกำหนดทั้ง 26 ประเภท และได้สุ่มหน่วยตัวอย่างจำนวน 10 คน ตอบโจทย์ปัญหาเดียวกัน ดังนั้นการทดลองนี้จะมีข้อคำถามทั้งหมด 260 ข้อคำถาม ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้เฉพาะข้อคำถามที่ไม่ซ้ำกัน ดังนั้นจะมีข้อคำถามที่นำมาใช้งานทั้งหมด 108 ข้อคำถาม จากนั้นผู้วิจัยได้ตอบโจทย์ปัญหาข้อคำถามนี้เพื่อนำมาใช้เป็นวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ (Expert judgment) และใช้ในการประเมินผลต่อไป ขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยใช้ข้อคำถามที่ได้จากผู้ใช้มาเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อทำการค้นคืน โดยส่วนแรกเป็นการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอและส่วนที่สองเป็นการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 8 ข้อมูลของการทดลอง

ประเภทย่อยของเครื่องมือฯ (ระดับที่ 2)	26
โจทย์ปัญหา	26
หน่วยตัวอย่าง	10
ข้อคำถามทั้งหมด	260
ข้อคำถามที่ใช้ได้	108
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	260

Chulalongkorn University

3.3.2 การประเมินผลการทดลอง

ผู้วิจัยใช้ค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำในการประเมินผลการทดลอง ซึ่งค่าเรียกคืนเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนโดยเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถคำนวณได้จากสมการ (7) ในบทที่ 2 และค่าความแม่นยำเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเทียบกับเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (8) ในบทที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลของการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดตามแนวคิดที่นำเสนอในบทที่ 3 โดยในช่วงแรกจะกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง วิธีการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง การวัดประสิทธิผลการทดลอง และจบด้วยสรุปผลการทดลอง

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการทดลองของงานวิจัยนี้เพื่อวัดประสิทธิผลของการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด การวัดประสิทธิผลจะทำให้ทราบว่า การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอสามารถเพิ่มความแม่นยำให้กับเซตคำตอบได้มากน้อยเพียงใด

4.2 วิธีการทดลอง

การที่จะทำให้การทดลองมีประสิทธิผลที่ดีนั้น ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองต้องมีการเลือกและออกแบบให้เป็นไปในทางที่สามารถควบคุมและลดความโน้มเอียงที่อาจส่งผลต่อการทดลองได้ สำหรับปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด หน่วยตัวอย่าง วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ วิธีการค้นค้น โจทย์ปัญหา และข้อคำถาม ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละปัจจัยดังนี้

4.2.1 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในการทดลองนี้มีทั้งหมด 43 เครื่องมือ โดยในแต่ละประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนด จะประกอบด้วยเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มากกว่า 10 เครื่องมือ ซึ่งเครื่องมือหนึ่งๆ อาจถูกจัดกลุ่มอยู่มากกว่า 1 ประเภท โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่างๆ จากหลากหลายเว็บไซต์ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์

1) Accept 360	12) CASE Spec	23) Kate	34) SCons
2) ActiveCollab	13) codeBeamer	24) MKinsight	35) Silk Test
3) Apache Ant	14) Commindwork	25) Modelio	36) SOLIDWORKS Simulation
4) AppPerfect Web Test	15) CubicTest	26) NetBeans	37) SPARX Systems Enterprise Architech
5) ArgoUML	16) Fabasoft app test	27) Opentracker	38) SpiraTest
6) Assembla Workspaces	17) Flash Design Studio	28) Polarion REQUIREMENTS	39) StarUML
7) Bluefish	18) Gaphor	29) Pro Maintenance Tools	40) Tekla
8) Borland StarTeam	19) Gigatrak	30) QF-Test	41) Vehicle Fleet Manager
9) BOUML	20) IBM Rational DOORS	31) Rational ClearCase	42) Visual Paradigm for UML
10) Bugzilla	21) iMagic Fleet Maintenance	32) Rational Team Concert (IBM JAZZ)	43) xVue
11) Caretta GUI Design Studio	22) JIRA	33) RMTrak	

4.2.2 ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

ประเภทเครื่องมือด้านวิศกรรมซอฟต์แวร์ตามที่สวีบ็อคกำหนดถูกใช้เป็นหัวข้อสำหรับจัดกลุ่มเครื่องมือต่างๆ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ทั้งประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) และประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) อีกทั้งยังนำคำอธิบายรายละเอียดที่เกี่ยวข้องมาใช้อีกด้วย

4.2.3 หน่วยตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้ใช้หน่วยตัวอย่างจำนวน 10 หน่วยตัวอย่าง มาเป็นผู้กำหนดข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยเชื่อว่าหน่วยตัวอย่างนี้สามารถสร้างข้อคำถามที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี โดยหน่วยตัวอย่างทั้งหมดเป็นนิสิตที่กำลังศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ที่มีประสบการณ์ด้านการค้นคืนสารสนเทศ และมีความรู้

เกี่ยวกับสวีบ็อค รวมทั้งมีเกณฑ์คะแนนการสอบวัดความชำนาญภาษาอังกฤษของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU-TEP) อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 450 คะแนน

4.2.4 โจทย์ปัญหา

งานวิจัยนี้ได้สร้างโจทย์ปัญหาจากประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ทั้งหมด 26 ประเภทย่อย ดังนั้นจะมีโจทย์ปัญหาทั้งหมด 26 โจทย์ปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยมองประเภทเครื่องมือทั้งหมดเป็นตัวแทนของข้อคำถามสำหรับใช้ในขั้นตอนการค้นคืนต่อไป

ตารางที่ 10 โจทย์ปัญหาสำหรับให้ผู้ใช้งานใช้ในการทำการตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2)	โจทย์ปัญหา
1.	การสร้างแบบจำลองความต้องการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองความต้องการ
2.	การตามรอยความต้องการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตามรอยความต้องการ
3.	การออกแบบซอฟต์แวร์	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบซอฟต์แวร์
4.	โปรแกรมบรรณาธิการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แก้ไขโปรแกรม
5.	โปรแกรมแปลโปรแกรมและโปรแกรมก่อกำเนิดโค้ด	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลโปรแกรมหรือกำเนิดโค้ด
6.	โปรแกรมแปลคำสั่ง	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลคำสั่ง
7.	โปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจแก้จุดบกพร่อง
8.	โปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ
9.	กรอบงานการกระทำการทดสอบ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของกรอบงานการกระทำการทดสอบ
10.	การประเมินการทดสอบ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการประเมินการทดสอบ
11.	การจัดการการทดสอบ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการจัดการการทดสอบ

ตารางที่ 10 โจทย์ปัญหาสำหรับให้ผู้ใช้งานใช้ในการทำการตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ลำดับที่	ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2)	โจทย์ปัญหา
12.	การวิเคราะห์สมรรถนะ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์สมรรถนะ
13.	การทำความเข้าใจ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ
14.	การจัดระบบใหม่	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดระบบใหม่
15.	การหาข้อบกพร่อง การปรับปรุงให้ดีขึ้น การระบุประเด็นปัญหา และการตามรอยปัญหา	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการหาข้อบกพร่อง ปรับปรุงให้ดีขึ้น ระบุประเด็นปัญหา และตามรอยปัญหา
16.	การจัดการเวอร์ชัน	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการเวอร์ชัน
17.	การปล่อยและการสร้าง	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการปล่อยและสร้างซอฟต์แวร์
18.	การวางแผนและการตามรอยโครงการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวางแผนและตามรอยโครงการ
19.	การจัดการความเสี่ยง	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยง
20.	การวัดผล	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวัดผล
21.	แบบจำลองกระบวนการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
22.	การจัดการกระบวนการ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
23.	การบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
24.	หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์
25.	โปรแกรมการทบทวนและการตรวจสอบระบบ	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทบทวนและตรวจสอบคุณภาพของระบบ

ตารางที่ 10 โจทย์ปัญหาสำหรับให้ผู้ใช้งานใช้ในการทำการตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ลำดับที่	ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2)	โจทย์ปัญหา
26.	โปรแกรมการวิเคราะห์แบบคงที่	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพระบบแบบคงที่

4.2.5 ข้อคำถาม

ข้อคำถามที่ใช้ในการค้นคืนของงานวิจัยนี้ ได้จากการให้หน่วยตัวอย่างเป็นผู้สร้างขึ้นจากโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นจากหัวข้อ 4.2.4 ที่ประกอบด้วยประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ทั้งหมด 26 ประเภทย่อย ดังนั้นจึงได้โจทย์ปัญหาจำนวน 26 โจทย์ปัญหา และหน่วยตัวอย่างทั้ง 10 หน่วยตัวอย่าง ทำให้ได้ข้อคำถามทั้งหมด 260 ข้อคำถาม ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้เฉพาะข้อคำถามที่ไม่ซ้ำกัน ดังนั้นจะมีข้อคำถามที่สามารถนำมาใช้ได้ 108 ข้อคำถาม โดยจะแสดงรายละเอียดข้อคำถามของแต่ละโจทย์ปัญหาในภาคผนวก ก

ตารางที่ 11 จำนวนข้อคำถาม

โจทย์ปัญหา	26
หน่วยตัวอย่าง	10
ข้อคำถาม	**260**
ข้อคำถามที่ใช้ได้	**108**

4.2.6 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ

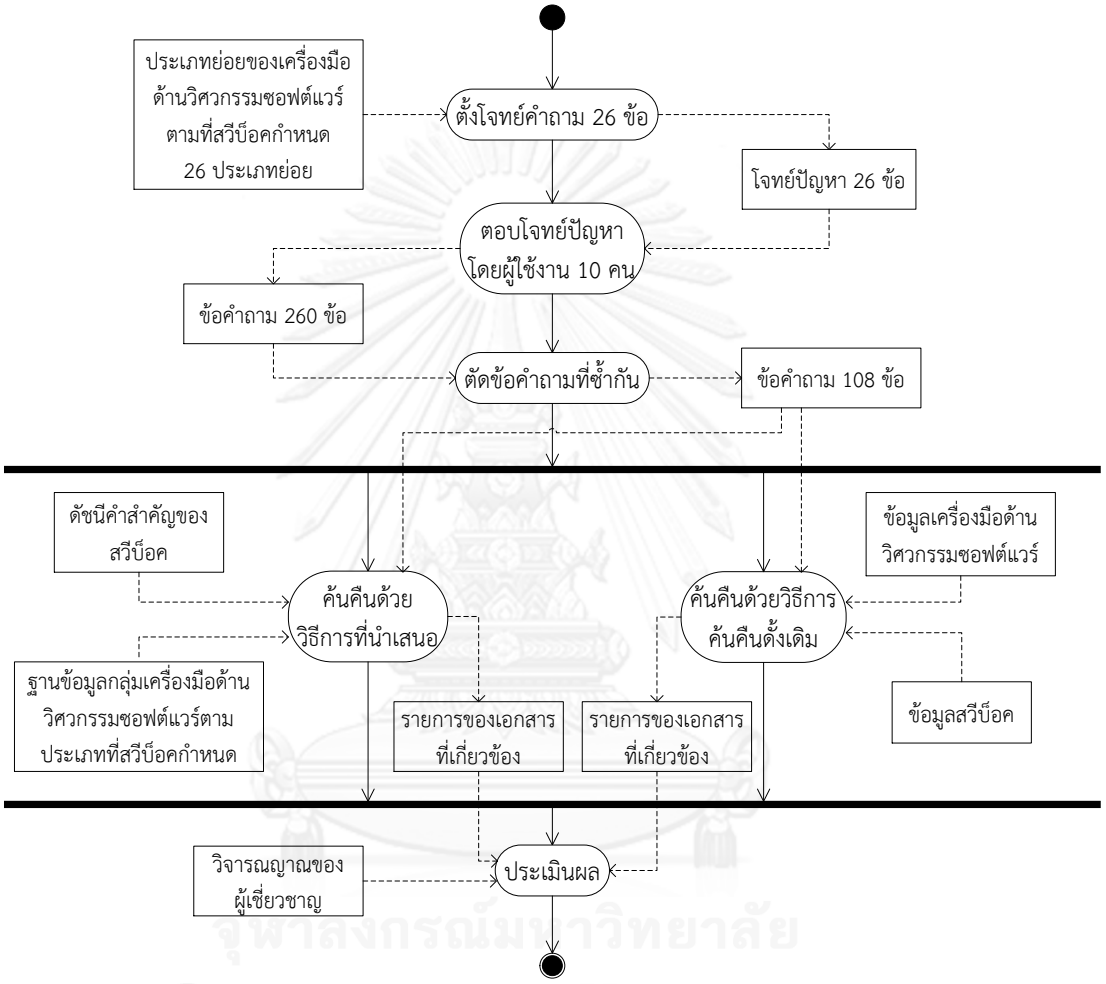
ผู้เชี่ยวชาญมีหน้าที่วิเคราะห์และกำหนดผลลัพธ์จากโจทย์ปัญหา เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับเปรียบเทียบผลการค้นคืนจากข้อคำถามที่ได้จากหน่วยตัวอย่าง โดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีความรู้เกี่ยวกับสวีบ็อคในบทที่ 10 และเนื้อหาส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการวิเคราะห์และตอบโจทย์ปัญหาเดียวกันกับหน่วยตัวอย่าง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ซึ่งรายละเอียดผลลัพธ์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญกำหนดทั้งหมดนั้นแสดงในภาคผนวก ข

4.2.7 วิธีการค้นคืน

เพื่อให้ได้ผลการค้นคืนที่ตอบโจทย์แก่ผู้ใช้งานมากที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการทดลองระหว่างการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม (Classic information retrieval approach) เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการใดให้ค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำมากกว่ากัน โดยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมคือการค้นคืนจากข้อมูลนำเข้าโดยตรง นั่นคือข้อมูลเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และข้อมูลสวีบ็อค ไม่มีการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่หรือค่าน้ำหนัก

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

จากโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อให้หน่วยตัวอย่างสร้างข้อคำถามขึ้นมาสำหรับใช้ในการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่จัดเก็บไว้ สามารถแสดงเป็นลำดับการทำงานได้ดังแผนภาพกิจกรรมในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนภาพกิจกรรมขั้นตอนการทดลอง

จากรูปที่ 9 ผู้วิจัยนำประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 26 ประเภทมาทำการตั้งโจทย์คำถาม ดังนั้นจะได้โจทย์ปัญหาทั้งหมด 26 ข้อ เพื่อให้หน่วยทดลอง 10 คน ทำการตอบคำถามเพื่อให้ได้ข้อคำถามทั้งหมด 260 ข้อคำถาม จากนั้นผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อคำถามที่ไม่ซ้ำกันซึ่งมีทั้งหมด 108 ข้อคำถาม เพื่อทำการค้นคืนต่อไป

การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอจะนำข้อคำถาม 108 ข้อ มาทำการค้นคืนจากไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคและฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด เพื่อทำการเปรียบเทียบกับการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม โดยการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบดั้งเดิมจะนำข้อคำถาม 108 ข้อ มาทำการค้นคืนจากข้อมูลเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และข้อมูลสวีบ็อค ผลลัพธ์ที่ได้คือรายการของเอกสารที่เกี่ยวข้องของทั้งสองวิธีการค้นคืน

สุดท้ายผู้วิจัยนำวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญและรายการของเอกสารที่เกี่ยวข้องของทั้งสองวิธีการค้นคืนมาทำการประเมินผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอและวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

4.4 การประเมินผลการทดลอง

ผู้วิจัยใช้ค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำในการประเมินผลการทดลอง ซึ่งค่าเรียกคืนเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนโดยเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถคำนวณได้จากสมการ (7) ในบทที่ 2 และค่าความแม่นยำเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเทียบกับเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (8) ในบทที่ 2

4.5 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผลเป็นดังตารางที่ 12 และจะแสดงรายละเอียดผลการทดลองของแต่ละโจทย์ปัญหาในภาคผนวก ค

ตารางที่ 12 ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผล

ข้อคำถาม	**วิธีการที่นำเสนอ**		**วิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม**		**ผลต่างของ 2 วิธีการ**	
	ค่าเรียกคืน	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน*	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน (%)*	*ค่าแม่นยำ (%)*
1. เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์	**0.30**	**0.56**	**0.52**	**0.63**	**-73.33**	**-12.50**
1.1 การสร้างแบบจำลองความต้องการ	0.26	0.67	0.32	0.57	-23.07	14.93
1.2 การตามรอยความต้องการ	0.34	0.45	0.72	0.70	-111.76	-55.56
2. การออกแบบซอฟต์แวร์	**0.87**	**0.54**	**0.72**	**0.54**	**17.24**	**0**
3. เครื่องมือด้านการสร้างซอฟต์แวร์	**0.39**	**0.43**	**0.45**	**0.39**	**-15.38**	**9.30**
3.1 โปรแกรมบรรณาธิการ	0.40	0.40	0.65	0.47	-65.50	-17.50
3.2 โปรแกรมแปลโปรแกรมและโปรแกรมก่อกำเนิดโค้ด	0.38	0.58	0.26	0.23	31.58	60.34
3.3 โปรแกรมแปลคำสั่ง	0.14	0.47	0.28	0.47	-100.00	0
3.4 โปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง	0.65	0.27	0.62	0.42	4.62	-55.56

ตารางที่ 12 ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผล (ต่อ)

ข้อคำถาม	วิธีการที่นำเสนอ		วิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม		ผลต่างของ 2 วิธีการ	
	ค่าเรียกคืน	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน*	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน (%)*	*ค่าแม่นยำ (%)*
4. เครื่องมือด้านการทดสอบซอฟต์แวร์	**0.33**	**0.51**	**0.41**	**0.59**	**-24.24**	**-15.68**
4.1 โปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ	0.40	0.56	0.24	0.38	40.00	32.14
4.2 กรอบงานการกระทำการทดสอบ	0.43	0.48	0.81	0.65	-88.37	-35.41
4.3 การประเมินการทดสอบ	0.19	0.50	0.24	0.62	-26.31	-24.00
4.4 การจัดการการทดสอบ	0.25	0.43	0.41	0.86	-64.00	-100.00
4.5 การวิเคราะห์สมรรถนะ	0.42	0.59	0.39	0.44	7.14	25.42
5. เครื่องมือด้านการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์	**0.26**	**0.63**	**0.26**	**0.28**	**0**	**55.56**
5.1 การทำความเข้าใจ	0.37	0.75	0.50	0.50	-35.13	33.33
5.2 การจัดระบบใหม่	0.15	0.50	0.02	0.06	86.67	88.00
6. เครื่องมือด้านการจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์	**0.56**	**0.52**	**0.64**	**0.53**	**-14.28**	**-1.92**
6.1 การหาข้อบกพร่อง การปรับปรุงให้ดีขึ้น การระบุประเด็นปัญหา และการตามรอยปัญหา	0.52	0.52	0.61	0.37	-17.30	28.85
6.2 การจัดการเวอร์ชัน	0.57	0.59	0.64	0.66	-12.28	-11.86
6.3 การปล่อยและการสร้าง	0.60	0.45	0.69	0.58	-15.00	-28.89
7. เครื่องมือด้านการจัดการวิศวกรรมซอฟต์แวร์	**0.27**	**0.69**	**0.32**	**0.39**	**-18.51**	**43.47**
7.1 การวางแผนและการตามรอยโครงการ	0.50	0.39	0.56	0.50	-12.00	-28.20
7.2 การจัดการความเสี่ยง	0.20	0.67	0.40	0.67	-100.00	0
7.3 การวัดผล	0.10	1.00	0	0	100.00	100.00
8. เครื่องมือด้านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์	**0.29**	**0.61**	**0.27**	**0.58**	**6.90**	**4.92**
8.1 แบบจำลองกระบวนการ	0.13	0.27	0.17	0.32	-30.76	-18.51
8.2 การจัดการกระบวนการ	0.27	0.80	0.27	1.00	0	-25.00
8.3 การบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย	0.48	0.57	0.41	0.38	14.58	33.33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผล (ต่อ)

ข้อคำถาม	วิธีการที่นำเสนอ		วิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม		ผลต่างของ 2 วิธีการ	
	ค่าเรียกคืน	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน*	*ค่าแม่นยำ*	*ค่าเรียกคืน (%)*	*ค่าแม่นยำ (%)*
8.4 หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์	0.29	0.80	0.23	0.60	20.69	25.00
9. เครื่องมือด้านคุณภาพของซอฟต์แวร์	**0.25**	**0.49**	**0.41**	**0.46**	**-64.00**	**6.12**
9.1 โปรแกรมการทบทวนและการตรวจสอบระบบ	0.33	0.30	0.63	0.35	-90.90	-16.67
9.2 โปรแกรมการวิเคราะห์แบบคงที่	0.17	0.67	0.20	0.57	-17.64	14.93
ค่าเฉลี่ย	**0.39**	**0.55**	**0.44**	**0.48**	**-12.82**	**12.73**

จากตารางที่ 12 นั้น จะเห็นได้ว่าการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอนั้นให้ค่าเรียกคืนที่น้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.82% โดยภาพรวมแล้ว การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอมีหัวข้อที่ให้ค่าเรียกคืนสูงกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ได้แก่ เครื่องมือด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ และเครื่องมือด้านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มีค่าเรียกคืนเท่ากัน ได้แก่ เครื่องมือด้านการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ เนื่องจากว่าเนื้อหาที่นำมาใช้สำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญในส่วนนี้มีพอสมควร ทำให้เซตคำตอบที่ได้จากวิธีการค้นคืนที่นำเสนอมีความสอดคล้องกับวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญมากกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ทำให้ได้ค่าเรียกคืนที่สูงกว่า

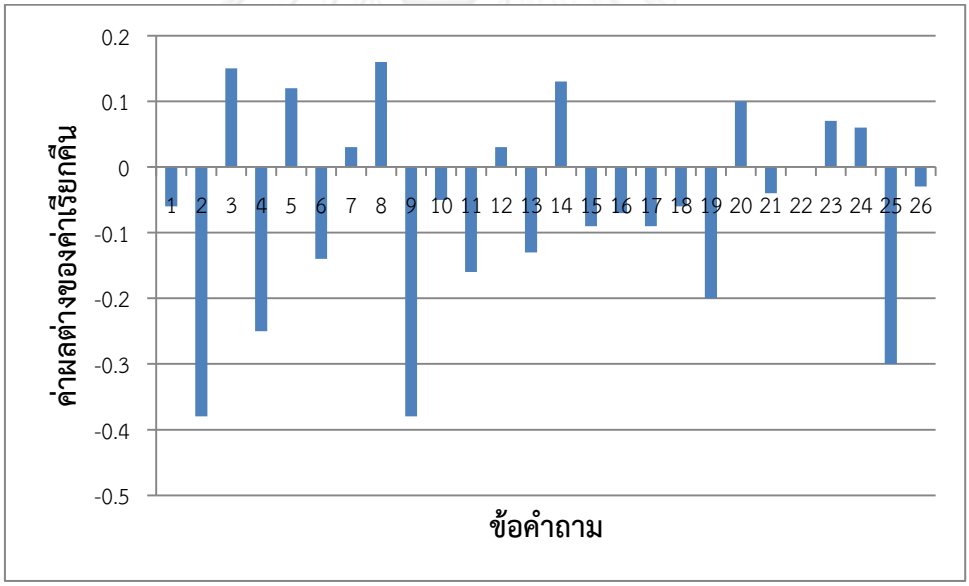
การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าเรียกคืนน้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตามรอยความต้องการ โปรแกรมแปลคำสั่ง กรอบงานการกระทำการทดสอบ การจัดการความเสี่ยง และโปรแกรมการทบทวนและการตรวจสอบระบบ เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาใช้สำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญในส่วนนี้ยังมีไม่มากพอ ส่งผลให้การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์กับประเภทของเครื่องมือที่สวีบ็อคกำหนดเป็นไปได้ไม่ดีนัก ทำให้เซตคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญน้อย ค่าเรียกคืนที่ได้จึงได้ผลน้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

อย่างไรก็ตาม การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าความแม่นยำในการค้นคืนสูงกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.73% เนื่องจากการแบ่งประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยคำศัพท์ควบคุมจากสวีบ็อคช่วยเพิ่มประสิทธิผลในการค้นคืน โดยการได้ผลลัพธ์เป็น

กลุ่มของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีการจัดลำดับความคล้ายตามความสอดคล้องกับข้อคำถาม ทำให้ลดการค้นคืนเครื่องมือที่ไม่เกี่ยวข้องลง จึงส่งผลให้ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น

โดยภาพรวมแล้ว การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอมีหัวข้อที่ให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ยกเว้น เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์ เครื่องมือด้านการทดสอบซอฟต์แวร์ และเครื่องมือด้านการจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์ เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาใช้สำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในส่วนนี้ มีเทอมที่ควรปรากฏเจาะจงเฉพาะกลุ่ม แต่ไปปรากฏในเอกสารเกือบทุกเอกสาร เช่น Requirement และ Testing เป็นต้น ทำให้การจัดกลุ่มเครื่องมือฯ ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีนัก

ซึ่งการวิเคราะห์ผลนั้นได้นำเอาค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำจากตารางมาทำการหาผลต่างเป็นกราฟฮิสโทแกรม (Histogram graph) ซึ่งผลต่างของค่าเรียกคืนนั้นได้ผลตามรูปที่ 10 โดยที่แกนตั้งคือค่าผลต่างระหว่างค่าเรียกคืนของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าเรียกคืนของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม แกนนอนคือข้อคำถามแต่ละข้อคำถาม

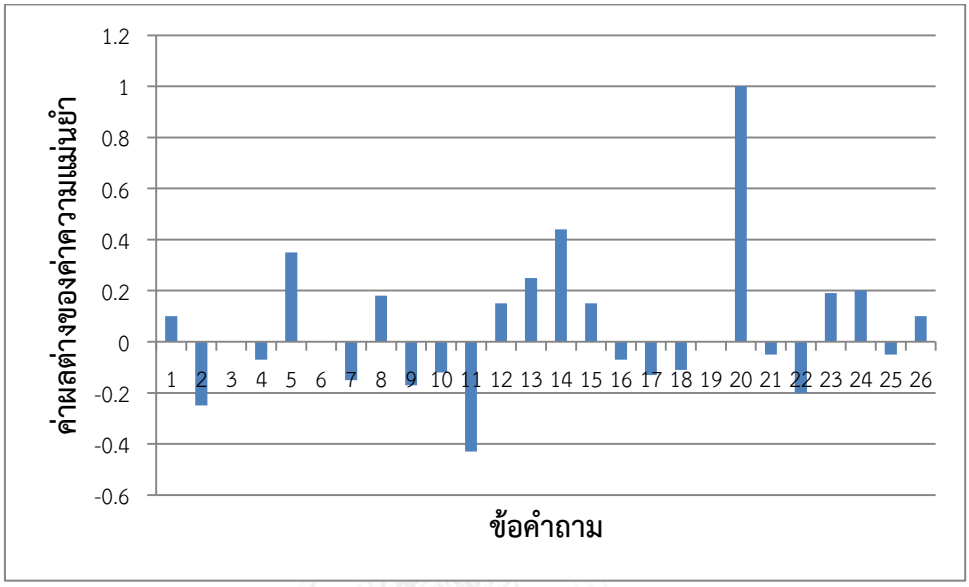


รูปที่ 10 ผลต่างของค่าเรียกค่าของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าเรียกคืนของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่าการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าเรียกคืนมากกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่จำนวน 9 ข้อคำถาม คิดเป็น 34.62% มีค่าเท่ากันจำนวน 1 ข้อคำถาม คิดเป็น 3.85% และมีค่าน้อยกว่าจำนวน 16 ข้อคำถาม คิดเป็น 61.53% โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อคำถามที่ 2 และ 9 เนื่องจากการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้น ทำให้โอกาสที่

รายการคำตอบที่ควรได้บางรายการถูกจัดกลุ่มไปอยู่กลุ่มอื่น จึงส่งผลให้คำตอบเหล่านั้นไม่ถูกดึงมาแสดงผลด้วย

ผลต่างของค่าความแม่นยำนั้นได้ผลตามรูปที่ 11 ซึ่งแกนตั้งเป็นค่าผลต่างระหว่างค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม แกนนอนคือข้อคำถามแต่ละข้อคำถาม



รูปที่ 11 ผลต่างของค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอกับค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอมีจำนวนข้อคำถามที่ได้ค่าความแม่นยำมากกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่จำนวน 11 ข้อคำถาม คิดเป็น 42.31% มีค่าเท่ากันจำนวน 3 ข้อคำถาม คิดเป็น 11.54% และมีค่าน้อยกว่าจำนวน 12 ข้อคำถาม คิดเป็น 46.15% โดยภาพรวมแล้ว ข้อคำถามที่ 9-11 ซึ่งอยู่ในประเภทเครื่องมือด้านการทดสอบซอฟต์แวร์ ข้อคำถามที่ 16-17 ซึ่งอยู่ในประเภทเครื่องมือด้านการจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์ และข้อคำถามที่ 21-22 ซึ่งอยู่ในประเภทเครื่องมือด้านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ให้ค่าความแม่นยำน้อยกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม เนื่องจากเนื้อหาในส่วนเหล่านี้ที่นำมาทำดัชนีคำสำคัญไม่มากพอ ส่งผลให้คำที่ใช้ทำดัชนีคำสำคัญน้อยตามไปด้วย ผลลัพธ์จึงออกมาได้ไม่ดีนัก

และจากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าข้อคำถามที่ 20 การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอย่างมาก เนื่องจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมไม่สามารถค้นคืนผลลัพธ์จากข้อคำถามนี้ได้ อีกทั้งการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอสามารถค้นคืนผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับเซตคำตอบได้มาก ทำให้ได้ค่าผลต่างที่สูง อย่างไรก็ตาม ข้อคำถามที่ 11 การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าความแม่นยำน้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืน

แบบดั้งเดิมอยู่มาก เนื่องจากข้อคำถามที่ใช้ค้นคืนประกอบด้วยคำที่ปรากฏในหลายเอกสาร ทำให้ระบบทำการค้นคืนมาได้เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาจากหลากหลายกลุ่ม ทำให้ค่าความแม่นยำมีค่าน้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การพัฒนาระบบต้นแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด โดยจะกล่าวถึงความต้องการของระบบต้นแบบ โครงสร้างและการทำงานของระบบต้นแบบ การออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน และการทดสอบระบบต้นแบบ

5.1 ความต้องการของระบบต้นแบบ

ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของระบบไว้ดังนี้

1) ระบบจะต้องมีความสามารถในการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค

2) ระบบจะต้องมีความสามารถในการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค

3) ระบบจะต้องมีความสามารถในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

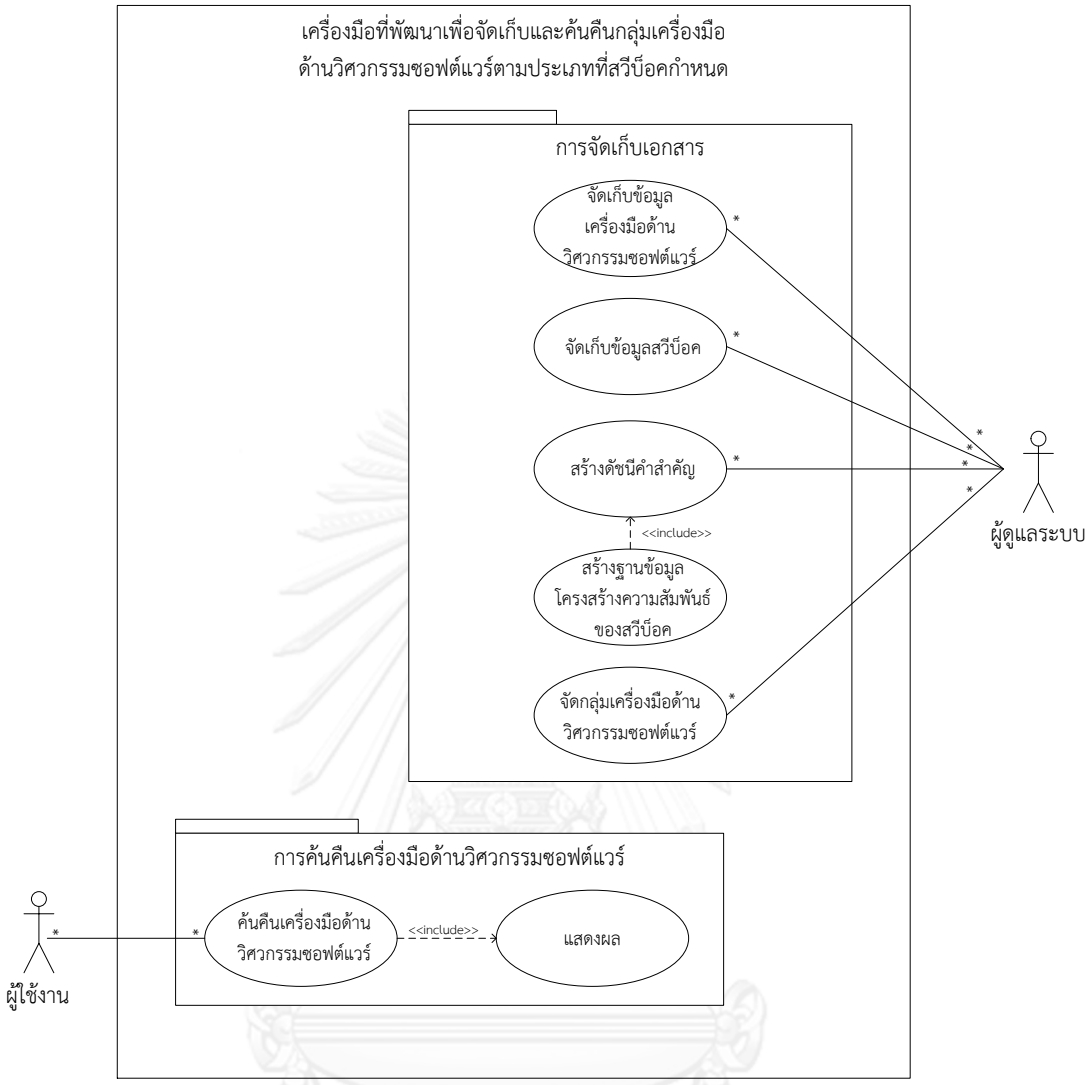
4) ระบบจะต้องมีความสามารถในการจัดเก็บดัชนีคำสำคัญ ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ และฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามสวีบ็อคกำหนด

5) ระบบจะต้องมีความสามารถในการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่ต้องการได้

6) ระบบจะต้องมีความสามารถในการจัดลำดับเอกสารที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการค้นคืนเรียงตามค่าความคล้ายจากมากไปน้อยได้

จากรายการความต้องการของระบบนั้น แสดงได้ดังแผนภาพยูสเคสรูปที่ 12

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดเก็บและค้นคืนกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

ในการพัฒนานั้น การใช้งานของระบบต้นแบบจะถูกใช้งานด้วยผู้ใช้งาน 2 ประเภทคือ ผู้ใช้งานที่เป็นผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งในส่วนผู้ใช้งานที่เป็นผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค สร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค สร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค และจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด ส่วนผู้ใช้งานทั่วไปจะทำหน้าที่ค้นคืนเอกสารเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และหลังจากได้รายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์แล้ว ระบบจะทำการจัดเรียงรายการเอกสารเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เหล่านั้นเพื่อแสดงผลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถาม โดยเอกสารที่เกี่ยวข้องมากที่สุดจะถูกแสดงเป็นอันดับแรก

จากรูปที่ 12 นั้น สามารถแยกการทำงานได้ 5 กรณี คือ การจัดเก็บเอกสาร การสร้างดัชนีคำสำคัญ การสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยแสดงได้ตามตารางคำอธิบายยูสเคสดังตารางที่ 13 14 15 16 และ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคสการจัดเก็บเอกสาร

ชื่อยูสเคส	จัดเก็บเอกสาร
ผู้เกี่ยวข้อง	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย	ผู้ดูแลระบบทำการจัดเก็บเอกสารที่ได้ดาวน์โหลดมาไว้ในแฟ้มเอกสารที่จะถูกนำมาสร้างดัชนีคำสำคัญ
เงื่อนไขการเริ่มต้น	ดาวน์โหลด 1) ชื่อ คำอธิบาย และคุณลักษณะของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2) คำอธิบายรายละเอียดของสวีบ็อค
ลำดับการทำงาน	1) ดาวน์โหลดเอกสาร 2) นำเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เก็บไว้ยังแฟ้มเอกสารเดียวกัน 3) นำเอกสารของสวีบ็อคเก็บไว้ยังแฟ้มเอกสารเดียวกัน
ลำดับการทำงานทางเลือก	-
เงื่อนไขการสิ้นสุด	-
ผลที่คาดหวัง	ได้แฟ้มเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคสำหรับนำมาสร้างดัชนีคำสำคัญ

ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคสการสร้างดัชนีคำสำคัญ

ชื่อยูสเคส	สร้างดัชนีคำสำคัญ
ผู้เกี่ยวข้อง	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย	ผู้ดูแลระบบทำการนำเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคมาสร้างดัชนีคำสำคัญ
เงื่อนไขการเริ่มต้น	มีแฟ้มเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ลำดับการทำงาน	1) ลงชื่อเข้าใช้งานซอฟต์แวร์ส่วนสร้างเอกสารเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 2) ทำการตั้งค่าซอฟต์แวร์และกดปุ่มสร้างดัชนีคำสำคัญเพื่อดำเนินการสร้างดัชนีคำสำคัญ

ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคสการสร้างดัชนีคำสำคัญ (ต่อ)

ชื่อยูสเคส	สร้างดัชนีคำสำคัญ
ลำดับการทำงานทางเลือก	-
เงื่อนไขการสิ้นสุด	-
ผลที่คาดหวัง	ได้ไฟล์ดัชนีคำสำคัญและเอกสารนำเข้าฐานข้อมูล

ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคสการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์

ชื่อยูสเคส	สร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์
ผู้เกี่ยวข้อง	ระบบ
คำอธิบาย	ระบบนำชื่อหัวข้อเอกสารของสวีบ็อคมาสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์
เงื่อนไขการเริ่มต้น	มีแฟ้มเอกสารของสวีบ็อคที่ประกอบด้วยหัวข้อเอกสารของสวีบ็อค ได้แก่ เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) และหัวข้อย่อยของแต่ละประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) ของสวีบ็อค
ลำดับการทำงาน	1) นำชื่อแฟ้มเอกสารที่นำมาสร้างดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคมาทำการแยกระดับ 2) นำแฟ้มเอกสารที่มีชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่ 1 เหมือนกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน 3) สร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ตามประเภทเครื่องมือที่ได้
ลำดับการทำงานทางเลือก	-
เงื่อนไขการสิ้นสุด	-
ผลที่คาดหวัง	ได้ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์

ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคสการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ชื่อยูสเคส	จัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ผู้เกี่ยวข้อง	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย	ผู้ดูแลระบบทำการนำไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคมาทำการจัดกลุ่ม
เงื่อนไขการเริ่มต้น	มีไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ลำดับการทำงาน	1) ลงชื่อเข้าใช้งานซอฟต์แวร์ส่วนจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

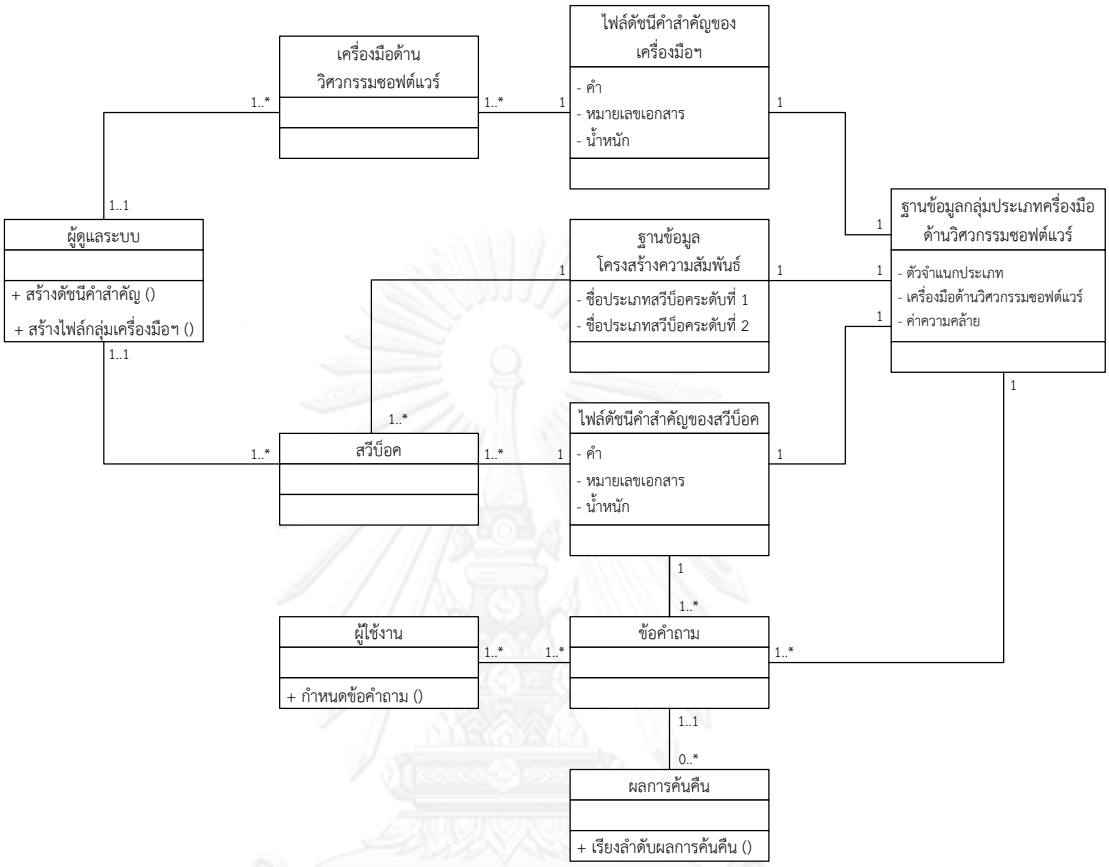
ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคสการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ต่อ)

ชื่อยูสเคส	จัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ลำดับการทำงาน	2) เลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคที่ต้องการจัดกลุ่ม 3) กดปุ่มจัดกลุ่มเพื่อดำเนินการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ลำดับการทำงานทางเลือก	-
เงื่อนไขการสิ้นสุด	-
ผลที่คาดหวัง	ได้ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

ตารางที่ 17 คำอธิบายยูสเคสการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ชื่อยูสเคส	ค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ผู้เกี่ยวข้อง	ผู้ใช้งาน
คำอธิบาย	ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อคำถามเพื่อค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามข้อคำถามที่ต้องการ
เงื่อนไขการเริ่มต้น	ใช้เครื่องมือที่นำเสนอในการค้นคืน
ลำดับการทำงาน	1) เข้าสู่ระบบ 2) ป้อนข้อคำถามที่ต้องการ 3) กดปุ่มค้นหาเพื่อดำเนินการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 4) ระบบนำข้อคำถามไปทำการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 5) ระบบทำการจัดเรียงลำดับผลลัพธ์ของรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ค้นคืนมาได้
ลำดับการทำงานทางเลือก	2a) สามารถเลือกข้อคำถามซึ่งเป็นประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์จากรายการแนะนำข้อคำถามได้
เงื่อนไขการสิ้นสุด	-
ผลที่คาดหวัง	ได้รายการเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด โดยมีการจัดเรียงตามความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามจากมากไปน้อย

จากแผนภาพยูสเคสในรูปที่ 5.1 นั้น สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์กันของวัตถุต่างๆ ในระบบได้ในรูปแบบคลาส ดังแสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 13 แผนภาพคลาสของระบบต้นแบบค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ซึ่งจากแผนภาพคลาสนี้ แสดงให้เห็นว่า ผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้ทำการสร้างดัชนีคำสำคัญของเอกสาร และจากนั้นผู้ใช้งานทำการค้นคืนเอกสารด้วยการกำหนดข้อคำถาม โดยข้อคำถามที่ได้จะนำมาทำการสืบค้นจากดัชนีคำสำคัญและฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และสุดท้ายระบบจะแสดงผลลัพธ์กับผู้ใช้งาน

5.2 โครงสร้างและการทำงานของระบบต้นแบบ

จากรายละเอียดความต้องการของระบบ ได้ทำการแบ่งระบบออกเป็นระบบย่อยได้ 4 ส่วน ตามความเหมาะสมดังนี้

5.2.1 ส่วนการสร้างดัชนีคำสำคัญ

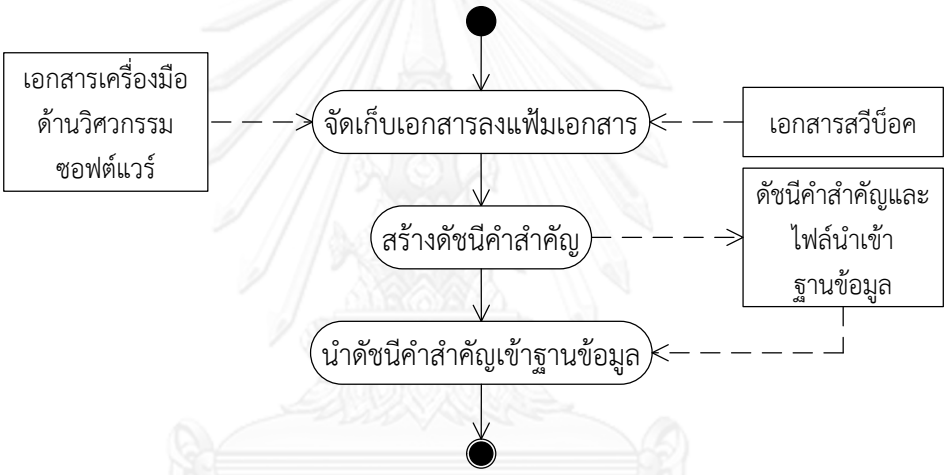
ระบบย่อยส่วนนี้มีหน้าที่ในการอ่านเอกสารเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคซึ่งมีนามสกุลของเอกสารแบบทีเอ็กซ์ที โดยในระบบย่อยส่วนนี้จะมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ระบบจะทำการจัดเรียงรายชื่อเอกสารที่อยู่ในแฟ้มเอกสารที่ได้กำหนดไว้เพื่อนำมาใช้ทำดัชนีคำสำคัญ

2) ระบบจะอ่านเอกสารทีละเอกสารเพื่อดึงข้อความในเอกสารมาทำดัชนีคำสำคัญ

3) ระบบจะทำการวิเคราะห์ข้อความที่อ่านมาโดยทำการกรองสกัดเอาคำที่ไร้ความสำคัญเชิงความหมายออก และทำการเพิ่มคำที่ได้ผ่านการประมวลผลลงไปในดัชนีคำสำคัญ พร้อมทั้งกำหนดค่าน้ำหนักของคำตามแต่ละเอกสาร

ระบบย่อยจะดำเนินการโดยอัตโนมัติ จนกระทั่งการอ่านและจัดทำดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคครบทุกเอกสารที่ได้กำหนดไว้ โดยแสดงแผนภาพกิจกรรมการสร้างดัชนีคำสำคัญในรูปที่ 14



รูปที่ 14 แผนภาพกิจกรรมการสร้างดัชนีคำสำคัญ

5.2.2 ส่วนการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค

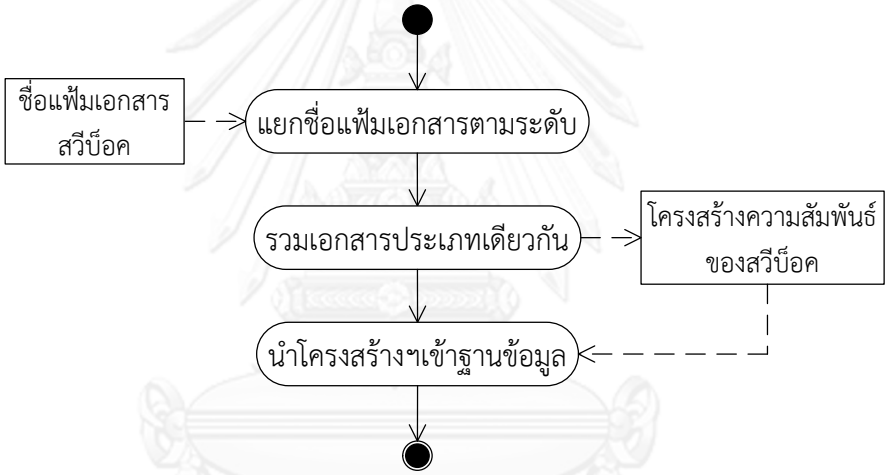
ระบบย่อยส่วนนี้มีหน้าที่ในการนำโครงสร้างความสัมพันธ์ของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดระหว่างระดับที่ 1 กับระดับที่ 2 มาสร้างฐานข้อมูล โดยในระบบย่อยส่วนนี้จะมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ระบบนำชื่อแฟ้มเอกสารที่นำมาสร้างดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคมาทำการแยกคำ โดยรูปแบบของการตั้งชื่อแฟ้มเอกสารคือ “ชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่หนึ่ง_ชื่อประเภทเครื่องมือย่อยด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระดับที่สอง” โดยระบบจะนำชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) เก็บไว้ส่วนหนึ่ง และนำชื่อประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) เก็บไว้อีกส่วนหนึ่ง เช่น ชื่อแฟ้มเอกสารคือ “เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์_การสร้างแบบจำลองความต้องการ” ระบบจะเก็บ “เครื่องมือด้านความต้องการ

ซอฟต์แวร์” ไว้ในส่วนของชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) ส่วน “การสร้างแบบจำลองความต้องการ” ระบบจะเก็บไว้ในส่วนของชื่อประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) เป็นต้น

2) ระบบจะนำแฟ้มเอกสารที่มีชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) เหมือนกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น ชื่อแฟ้มเอกสาร “เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์_การสร้างแบบจำลองความต้องการ” และ “เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์_การตามรอยความต้องการ” มีชื่อประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) เหมือนกัน ดังนั้นทั้งสองแฟ้มนี้จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน นั่นคือกลุ่มเครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์ เป็นต้น

ระบบย่อยจะดำเนินการโดยอัตโนมัติและจัดเก็บลงบนฐานข้อมูล โดยแสดงแผนภาพกิจกรรมการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อคในรูปที่ 15



รูปที่ 15 แผนภาพกิจกรรมการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค

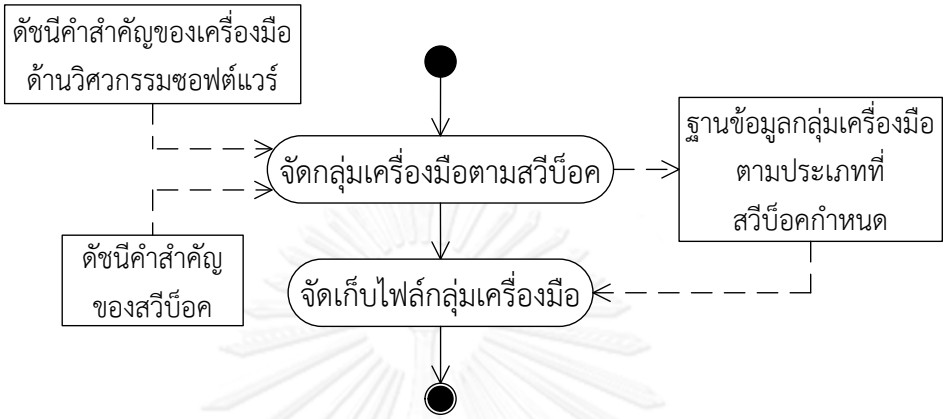
5.2.3 ส่วนการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

ระบบย่อยส่วนนี้มีหน้าที่ในการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด โดยในระบบย่อยส่วนนี้จะมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ระบบนำดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาทำการจัดกลุ่มโดยการคำนวณหาค่าความคล้ายกับดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค และจะจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้อยู่ในกลุ่มที่มีค่าความคล้ายกับสวีบ็อคที่น้อยกว่าค่าที่ตั้งค่าไว้

2) ระบบจะจัดเก็บเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่ถูกจัดไว้

ระบบย่อยจะดำเนินการโดยอัตโนมัติ จนกระทั่งจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคครบทุกเครื่องมือที่ได้กำหนดไว้ โดยแสดงแผนภาพกิจกรรมการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดในรูปที่ 16



รูปที่ 16 แผนภาพกิจกรรมการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

5.2.4 ส่วนการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

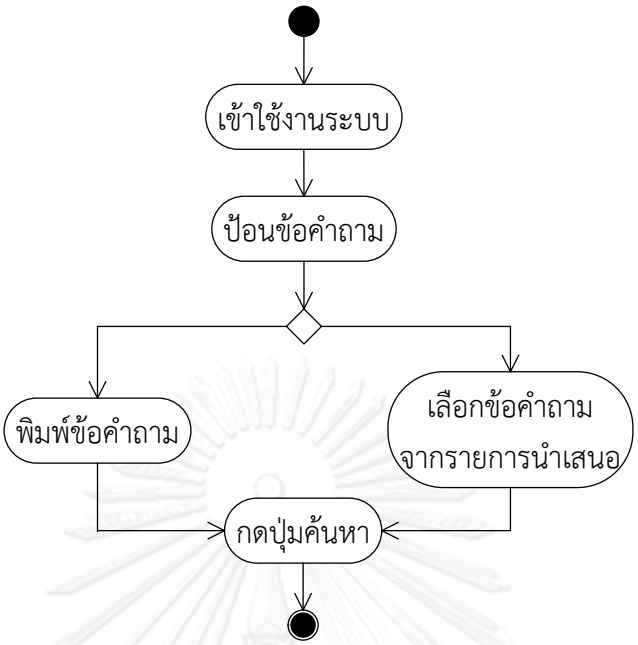
ระบบย่อยส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำการรับข้อความจากผู้ใช้งาน โดยมีการแนะนำข้อคำถามให้ผู้ใช้งานด้วย จากนั้นจึงนำข้อคำถามที่รับมานั้นไปทำการค้นคืนและแสดงผลมายังส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ซึ่งในระบบย่อยส่วนนี้จะมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) เมื่อผู้ใช้งานทำการป้อนข้อความและทำการกดปุ่มค้นหา ระบบจะนำเอาข้อความนั้นไปค้นคืนจากดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค และตามด้วยฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ซึ่งมีการคำนวณหาค่าความคล้ายตามแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์

2) เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือก (Browse) ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามที่ระบบได้จัดเตรียมไว้ให้เพื่อทำการค้นหาเครื่องมือ ระบบจะนำเอาหัวข้อนั้นไปค้นคืนจากฐานข้อมูลกลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3) จัดเรียงลำดับรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามจากการคำนวณค่าความคล้าย โดยทำการเรียงลำดับจากมากไปน้อย และแสดงรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ได้ทำการเรียงลำดับแล้วนั้นให้แก่ผู้ใช้งานผ่าส่วนต่อประสานผู้ใช้

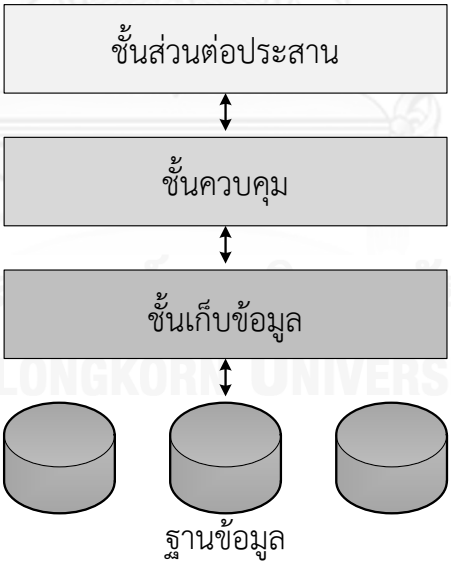
โดยแสดงแผนภาพกิจกรรมการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในรูปที่ 17



รูปที่ 17 แผนภาพกิจกรรมการค้นคืนรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

5.3 การออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ

5.3.1 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ



รูปที่ 18 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ

จากรูปที่ 18 เป็นสถาปัตยกรรมของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมแบบหลายชั้น (Multi-Layer) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นส่วนต่อประสาน (Interface layer) มีหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน โดยระบบจะแสดงผลการทำงานและรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน

2) ชั้นควบคุม (Control layer) ซึ่งเป็นส่วนหลักของเครื่องมือ มีหน้าที่ควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบ รวมทั้งเป็นส่วนต่อประสานระหว่างชั้นส่วนต่อประสานและชั้นเก็บข้อมูล

3) ชั้นเก็บข้อมูล (Data model layer) มีหน้าที่จัดเก็บและค้นคืนข้อมูลต่างๆ เช่น ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค เป็นต้น โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)

5.3.2 เครื่องมือและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือของงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ฮาร์ดแวร์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- หน่วยความหลัก (Hard Disk) ขนาดความจุ 500 กิกะไบต์
- หน่วยความจำสำรอง (Memory) ขนาดความจุ 4 กิกะไบต์

2) ซอฟต์แวร์

- เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมภาษาจาวา (Java) อีคลิปส์ (Eclipse)
- ลูซีน (Lucene) เป็นเครื่องมือในการทำดัชนีคำสำคัญและการค้นคืน
- ส่วนควบคุมฐานข้อมูลเอ็กซ์เอเอ็มพีพี (XAMPP control panel)
- ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)
- ไมโครซอฟท์ออฟฟิส (Microsoft office) 2013

5.4 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดส่วนต่อประสานผู้ใช้งานระบบ โดยจะอธิบายแยกเป็นส่วนตามระบบย่อยในระบบจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

5.4.1 ส่วนการจัดเก็บสารสนเทศ

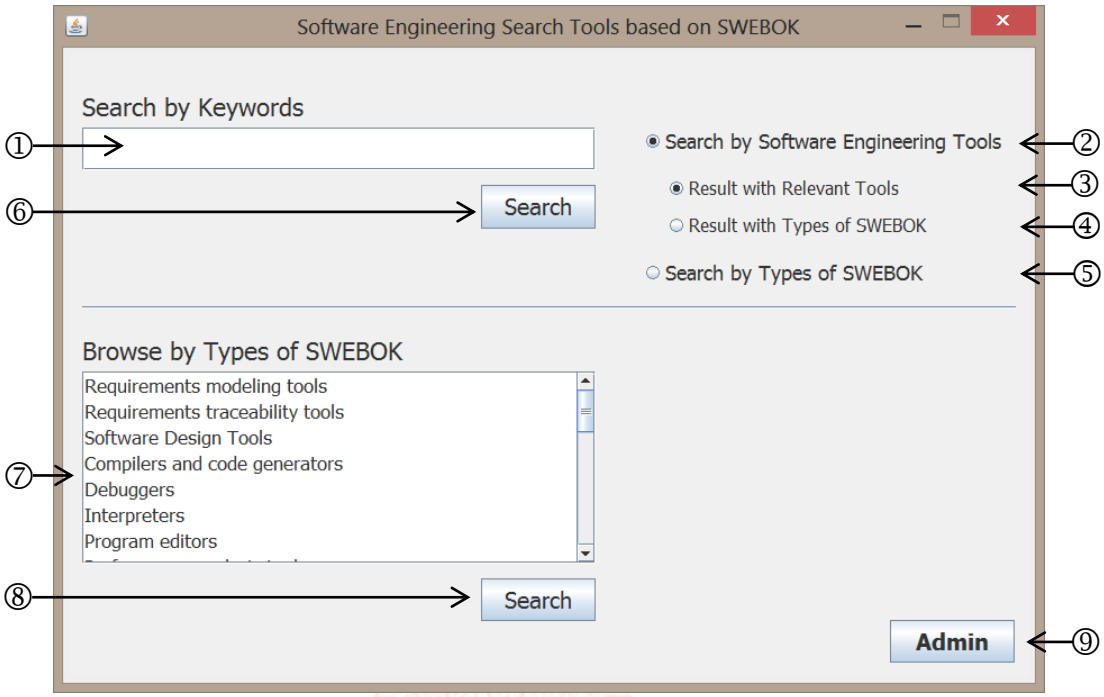
ส่วนการจัดเก็บสารสนเทศประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4.1.1 ส่วนสร้างดัชนีคำสำคัญ

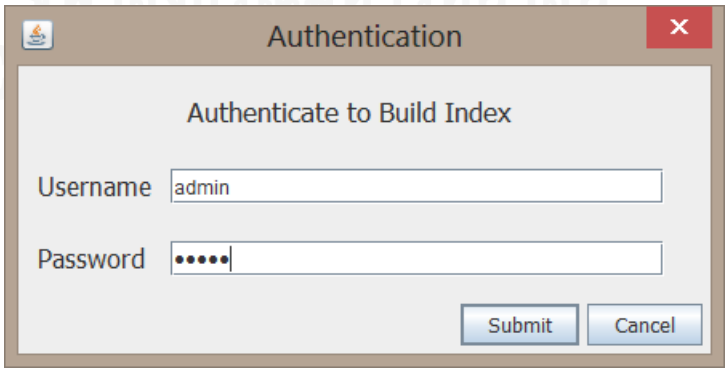
เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) กดปุ่ม “Admin” เพื่อเข้าสู่ระบบ ตามรูปที่ 19 (⑨)

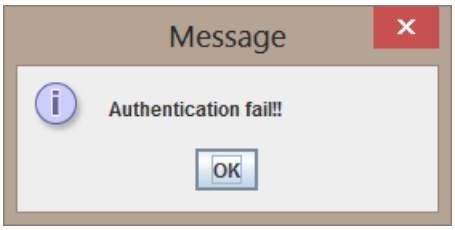


รูปที่ 19 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงาน

2) เข้าสู่ระบบโดยการใส่ชื่อผู้ใช้งาน (Username) และรหัสผ่าน (Password) จากนั้นกดปุ่ม “Submit” ตามรูปที่ 20 หากใส่ชื่อผู้ใช้งานและ/หรือรหัสผ่านผิด ระบบจะแจ้งเตือนตามรูปที่ 21



รูปที่ 20 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 21 หน้าต่างแจ้งเตือนเมื่อผู้ดูแลระบบป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

3) เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเลือกแท็บ (Tap) “Create Index” เพื่อทำการสร้างดัชนีคำสำคัญ ตามรูปที่ 22 (①)

4) เลือกแฟ้มงาน (Folder) ของสวีบ็อคเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 22 (②)

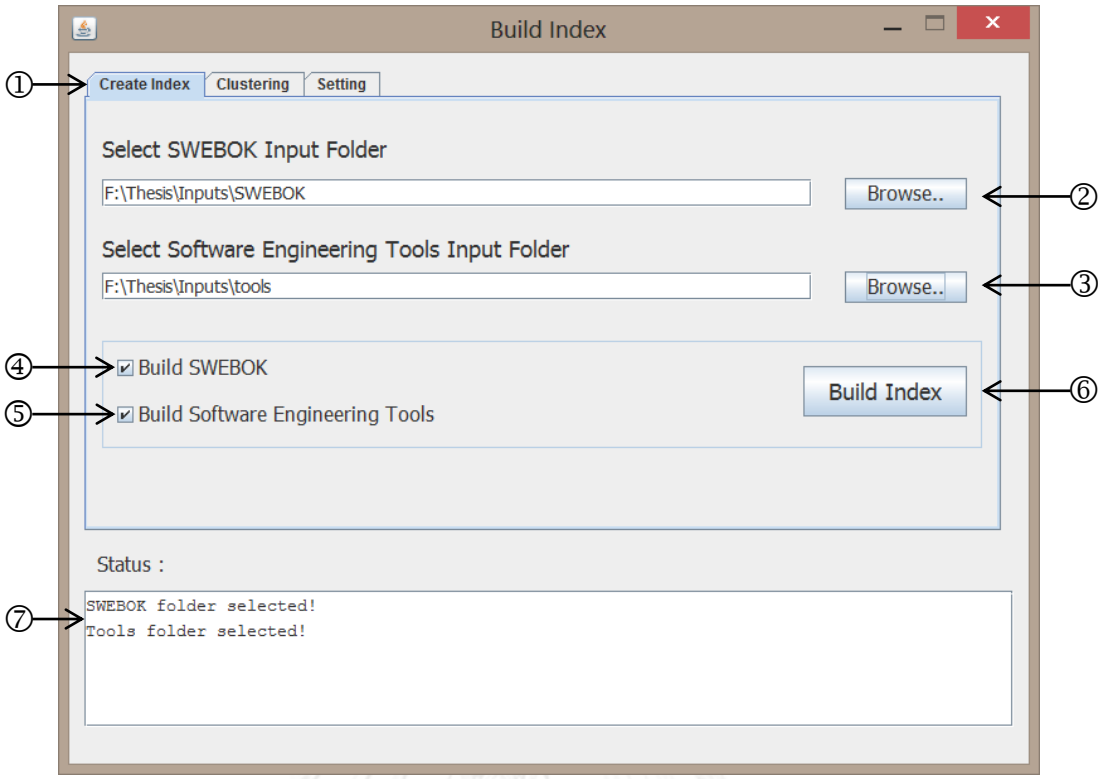
5) เลือกแฟ้มงานของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 22 (③)

6) คลิก (Click) ที่ “Build SWEBOK” หากต้องการให้ระบบสร้างดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค ตามรูปที่ 22 (④) และ/หรือ คลิก “Build Tools” หากต้องการให้ระบบสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ตามรูปที่ 22 (⑤)

7) กดปุ่ม “Build Index” เพื่อสร้างดัชนีคำสำคัญ ตามรูปที่ 22 (⑥)

8) ระบบจะแสดงสถานะการทำงาน ตามรูปที่ 22 (⑦)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 22 หน้าต่างสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญ

5.4.1.2 ส่วนจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

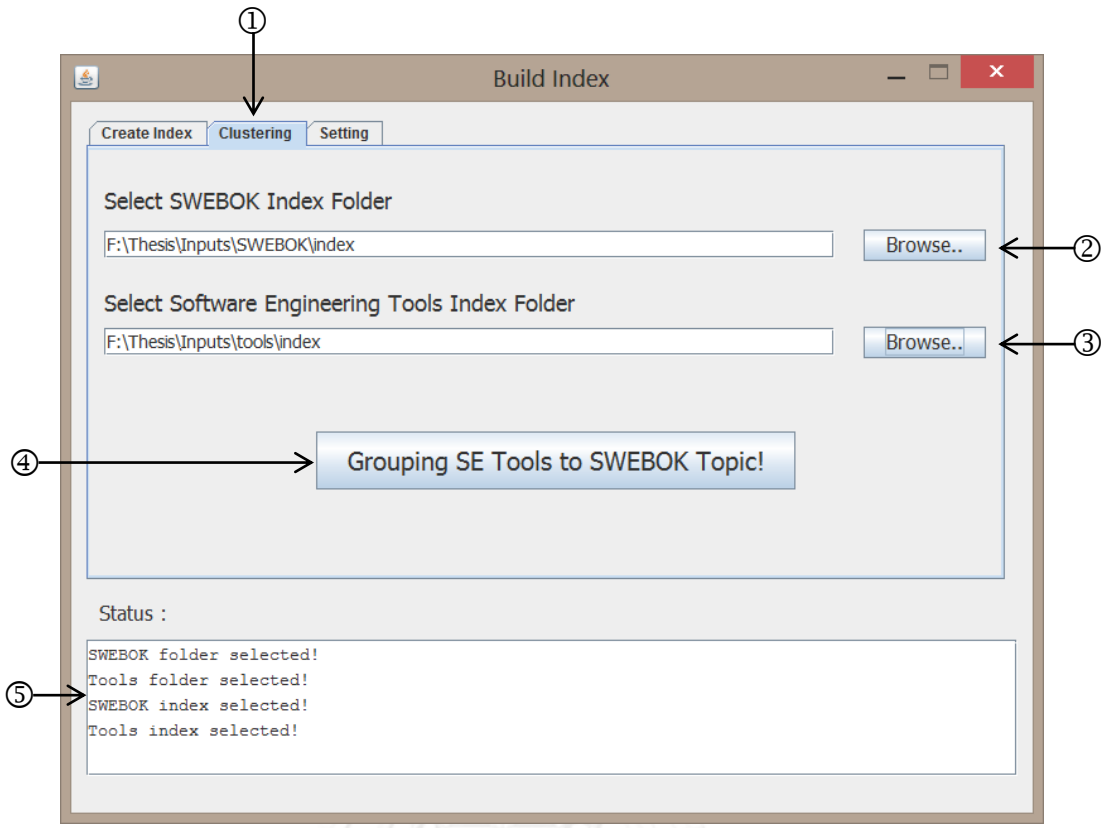
1) ผู้ดูแลระบบเลือกแท็บ “Clustering” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ตามรูปที่ 23 (①)

2) เลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคเพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับจัดกลุ่ม โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 23 (②)

3) เลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับจัดกลุ่ม โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 23 (③)

4) กดปุ่ม “Grouping tool to SWEBOK Topic!” เพื่อทำการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ตามรูปที่ 23 (④)

5) ระบบจะแสดงสถานะการทำงาน ตามรูปที่ 23 (⑤)



รูปที่ 23 หน้าต่างสำหรับจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

5.4.1.3 ส่วนตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคเพื่อใช้ในขั้นตอนการค้นคืน สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

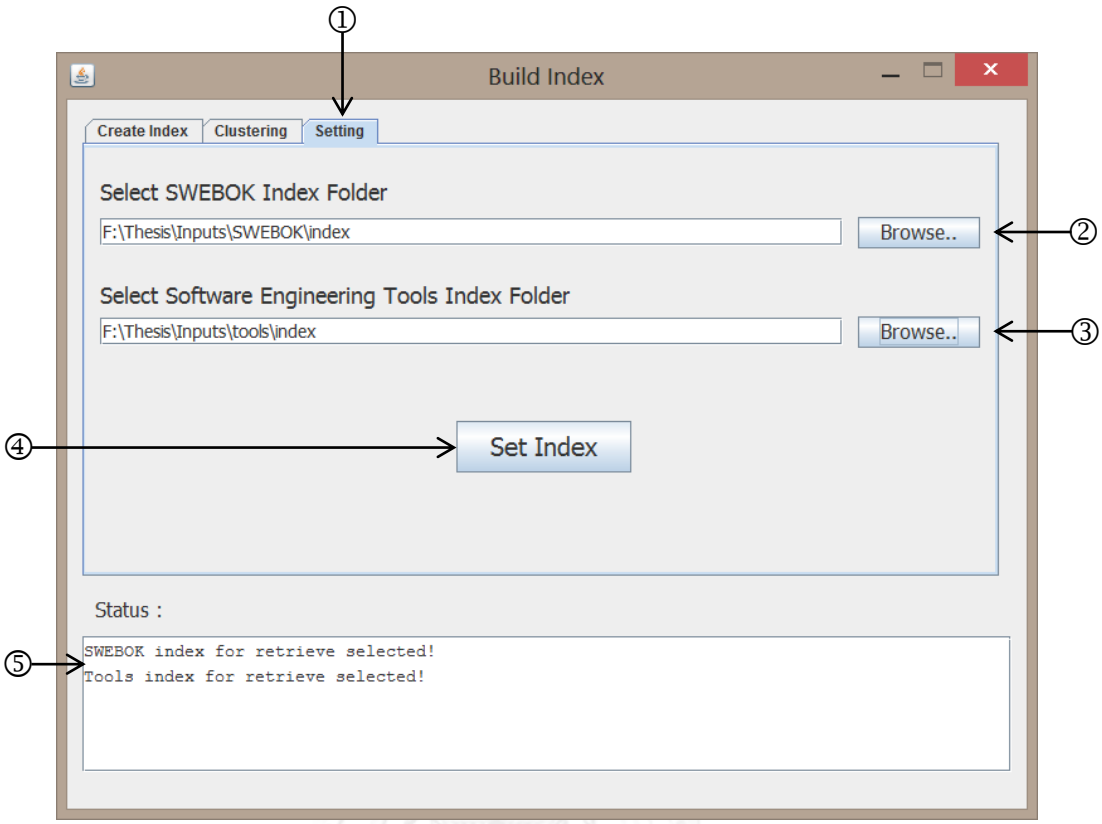
1) ผู้ดูแลระบบเลือกแท็บ “Setting” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการตั้งค่า ตามรูปที่ 24 (①)

2) เลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคเพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับค้นคืน โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 24 (②)

3) เลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับค้นคืน โดยกดปุ่ม “Browse” ตามรูปที่ 24 (③)

4) กดปุ่ม “Set Index” เพื่อยืนยันการตั้งค่า ตามรูปที่ 24 (④)

5) ระบบจะแสดงสถานะการทำงาน ตามรูปที่ 24 (⑤)



รูปที่ 24 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าก่อนการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

5.4.2 ส่วนการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ส่วนการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สามารถค้นคืนได้ 2 วิธีการ นั่นคือ ค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม และค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทรายการเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำไว้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.4.2.1 ส่วนค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม

การค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามเป็นการค้นคืนเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถค้นคืนได้ตามความต้องการ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้ดังนี้

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม

กรณีที่	ข้อคำถาม	เซตคำตอบที่ต้องการ	ผลลัพธ์ที่ได้	ขั้นตอน (จากรูปที่ 19)
1.	ชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ค้นคืน	รายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ค้นคืน	①→②→③→⑥
2.	ชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ต้องการค้นคืน	รายการของประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ต้องการค้นคืน	①→②→④→⑥
3.	ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นประเภทที่ต้องการค้นคืน	รายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นประเภทที่ต้องการค้นคืน	①→⑤→⑥

จากตารางที่ 18 สามารถแสดงรายละเอียดขั้นตอนได้ดังนี้

1) พิมพ์ข้อคำถามที่ต้องการค้นคืน ตามรูปที่ 19 (①)

2) คลิก รูปที่ 19 (②) หากข้อคำถามเป็นชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ หรือคลิก รูปที่ 19 (5) หากข้อคำถามเป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

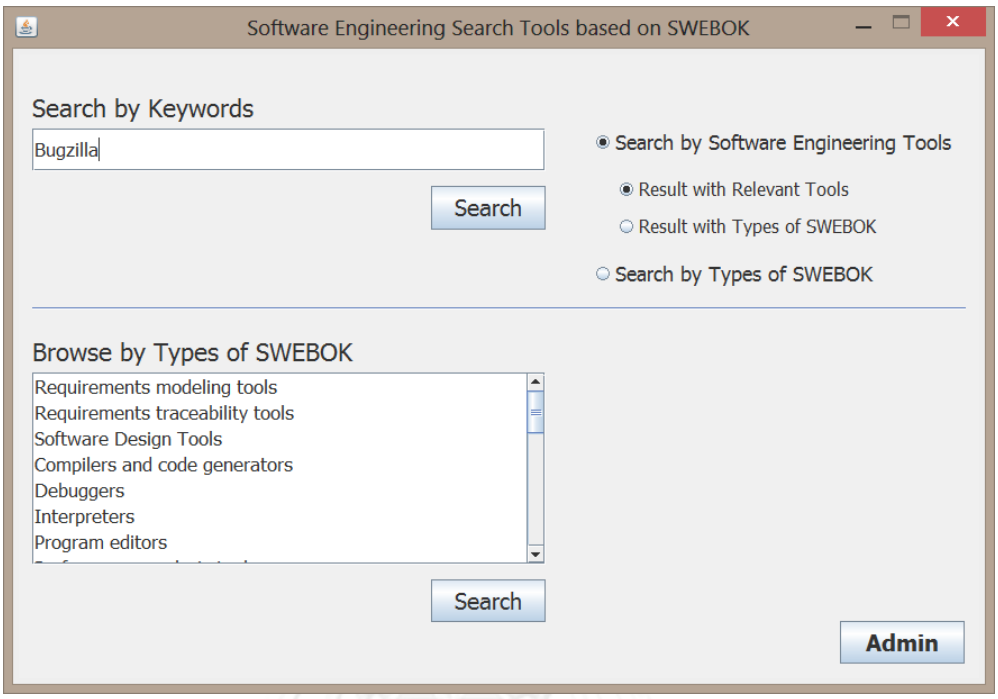
3) จากข้อ 2) หากคลิก รูปที่ 19 (②) ผู้ใช้ต้องทำการเลือกว่าต้องการเซตคำตอบในรูปแบบใด หากต้องการให้เซตคำตอบเป็นเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ค้นคืน ให้ผู้ใช้งานคลิกตามรูปที่ 19 (③) หรือหากผู้ใช้งานต้องการให้เซตคำตอบเป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ต้องการค้นคืน ให้ผู้ใช้งานคลิกตามรูปที่ 19 (④)

4) กดปุ่ม “Search” เพื่อทำการค้นคืน ตามรูปที่ 19 (⑥)

และจากตารางที่ 18 สามารถแสดงตัวอย่างการใช้งานได้ดังนี้

กรณีที่ 1. ผู้ใช้งานใส่ข้อคำถามเป็นเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ชื่อ Bugzilla จากนั้นผู้ใช้งานทำการคลิก “Search by Software Engineering tool” เพื่อระบุว่าข้อคำถามเป็นชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จากนั้นคลิก “Result on relevant tools” เพื่อต้องการให้เซต

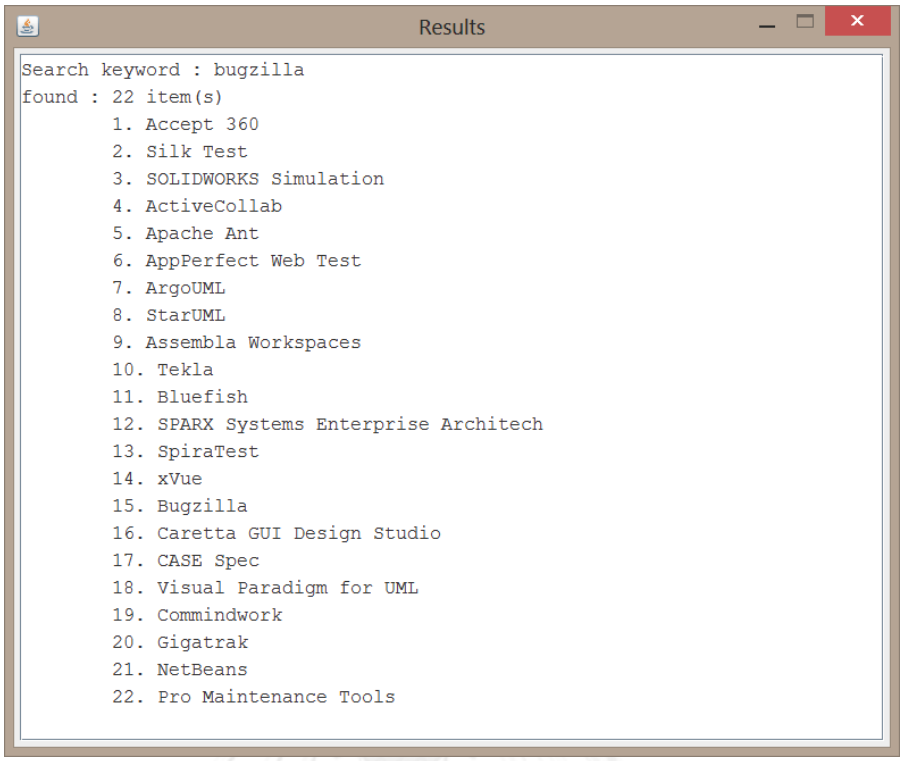
คำตอบที่ได้เป็นรายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ค้นคืน สุดท้ายกดปุ่ม “Search” เพื่อทำการค้นคืน ดังแสดงในรูปที่ 25



รูปที่ 25 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 1

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นรายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ค้นคืน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 26

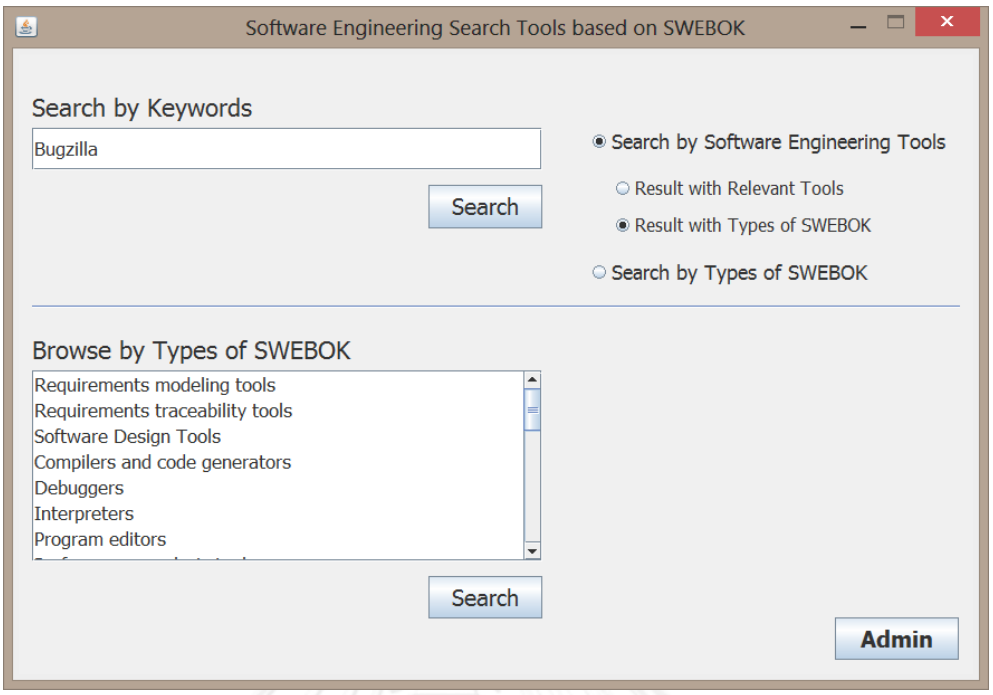
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 26 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 1

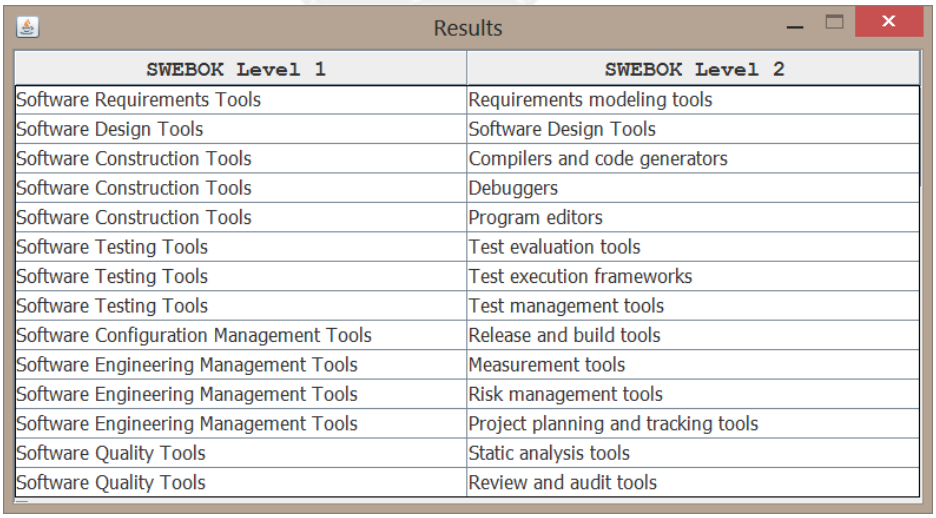
กรณีที่ 2. ผู้ใช้งานใส่ข้อคำถามเป็นเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ชื่อ Bugzilla จากนั้นผู้ใช้งานทำการคลิก “Search by Software Engineering tool” เพื่อระบุว่าข้อคำถามเป็นชื่อเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จากนั้นคลิก “Result on type of SWEBOK” เพื่อต้องการให้เซตคำตอบที่ได้เป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ต้องการค้นคืน สุดท้ายกดปุ่ม “Search” เพื่อทำการค้นคืน ดังแสดงในรูปที่ 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



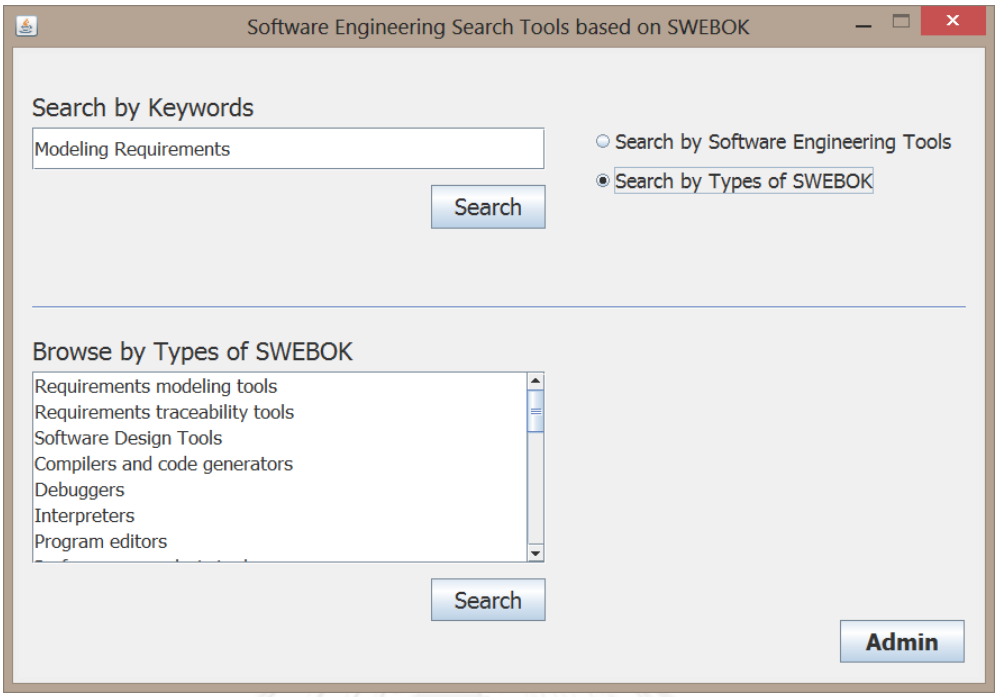
รูปที่ 27 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 2

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นรายการของประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ต้องการค้นคืน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 28



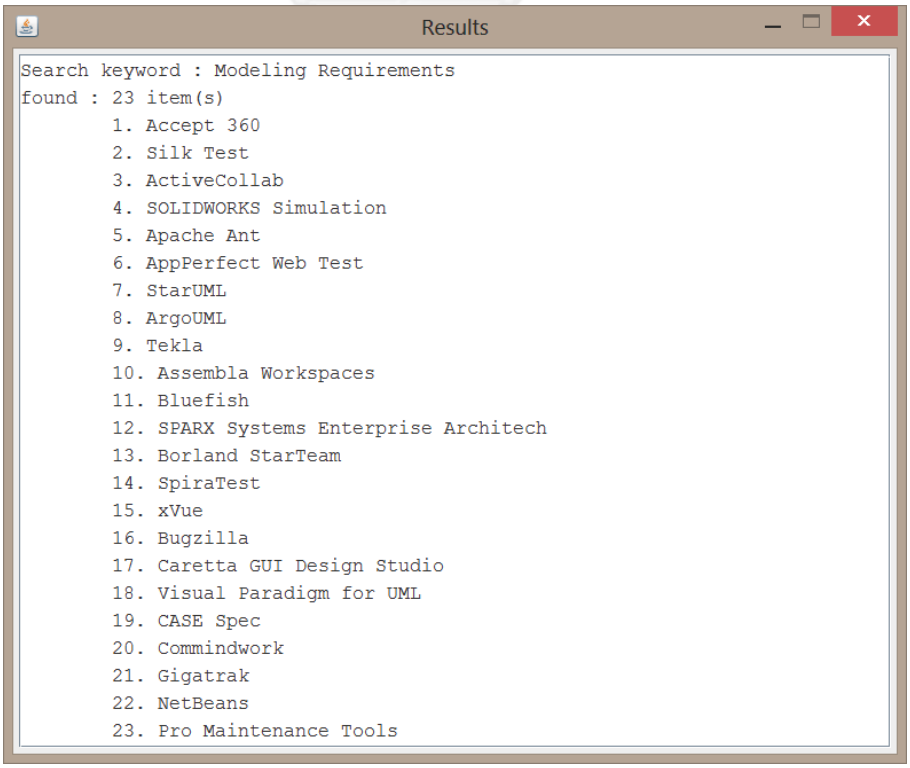
รูปที่ 28 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 2

กรณีที่ 3. ผู้ใช้งานใส่ข้อคำถามเป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในตัวอย่าง คือ “requirements” จากนั้นผู้ใช้งานทำการคลิก “Search by type of SWEBOK” เพื่อระบุว่าข้อคำถามเป็นประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สุดท้ายกดปุ่ม “Search” เพื่อทำการค้นคืน ดังแสดงในรูปที่ 29



รูปที่ 29 ตัวอย่างการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 3

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นรายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นประเภทที่ต้องการค้นคืน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 30



รูปที่ 30 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการใส่ข้อคำถามกรณีที่ 3

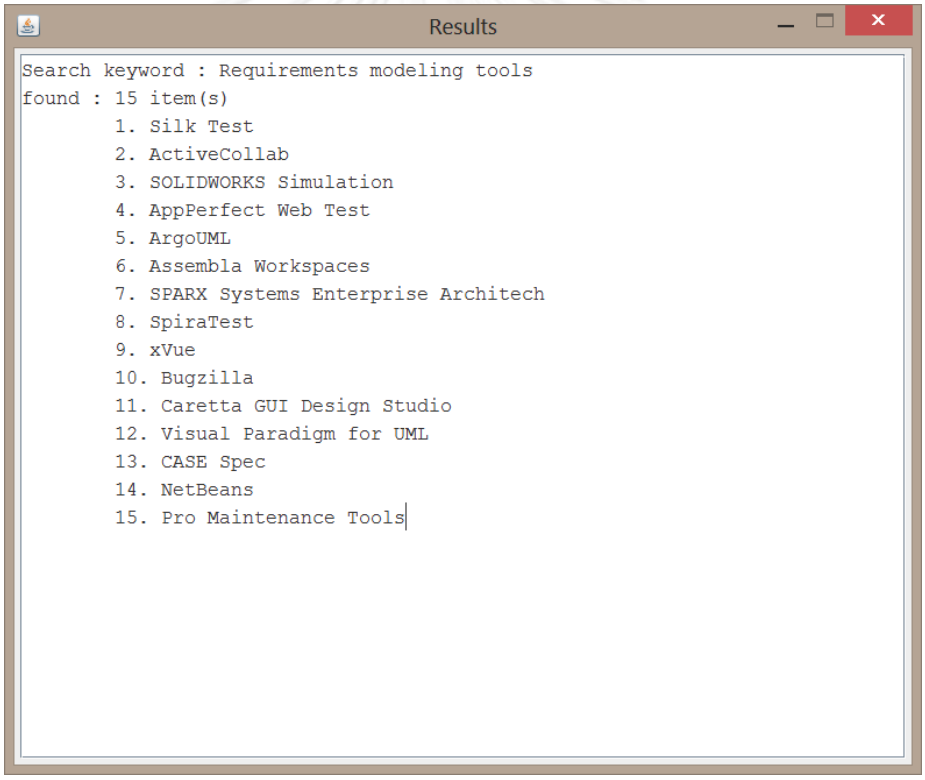
5.4.2.2 ส่วนค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ

การค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ เป็นการค้นคืนเพื่อช่วยแนะนำประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สวีบ็อคกำหนดให้แก่ผู้ใช้งาน สามารถค้นคืนสะดวกยิ่งขึ้น ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้ดังนี้

1) คลิกเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ต้องการค้นคืน ตามรูปที่ 19 (⑦)

2) คลิก “Search” ตามรูปที่ 19 (⑧) เพื่อทำการค้นคืน

3) ผลลัพธ์ที่ได้คือรายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เป็นประเภทที่ต้องการค้นคืน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 31



รูปที่ 31 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ

5.5 การทดสอบระบบต้นแบบ

การทดสอบระบบเป็นขั้นตอนเพื่อทดสอบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามความต้องการของระบบที่ได้ระบุไว้หรือไม่ และหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นของระบบ โดยการทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น

3 ระดับ คือ การทดสอบหน่วยย่อย (Unit testing) การทดสอบรวมหน่วย (Integration testing) และการทดสอบระบบ (System testing)

5.5.1 การทดสอบหน่วยย่อย

การทดสอบหน่วยย่อยเป็นการทดสอบฟังก์ชันต่างๆ ของระบบ ช่วงการทดสอบหน่วยย่อยนี้จะทดสอบในช่วงระหว่างการพัฒนาระบบ ทั้งนี้ก็เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาดของการทำงานฟังก์ชันต่างๆ ระบบต้นแบบนี้สามารถสร้างกรณีทดสอบออกเป็น 4 กรณี ดังนี้

1) กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญ (TCUT-001) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญ

รหัสกรณีทดสอบ	TCUT-001
ชื่อกรณีทดสอบ	การสร้างดัชนีคำสำคัญ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการสร้างและการจัดเก็บดัชนีคำสำคัญ
ข้อมูลนำเข้า	1) เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ - ชื่อ - คำอธิบาย - คุณลักษณะ 2) สวีบ็อค - คำอธิบายรายละเอียดในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเภท
ข้อมูลออก	ชุดข้อมูลดัชนีคำสำคัญ
ลำดับการทำงาน	1) รับข้อมูลนำเข้า 2) วิเคราะห์คำสำคัญที่ได้มาผ่านขั้นตอนการตรวจการสกัดคำสำคัญ 3) หาค่าความถี่ของคำ 4) จัดเก็บคำสำคัญที่ได้ลงฐานข้อมูลดัชนีคำสำคัญ
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ข้อมูลดัชนีคำสำคัญที่ผ่านการประมวลผลและจัดเก็บลงฐานข้อมูลดัชนีคำสำคัญ
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

2) กรณีทดสอบการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค (TCUT-002) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 กรณีทดสอบการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค

รหัสกรณีทดสอบ	TCUT-002
ชื่อกรณีทดสอบ	การสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค
ข้อมูลนำเข้า	สวีบ็อค - ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) - ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2)
ข้อมูลออก	ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์
ลำดับการทำงาน	1) รับชื่อแฟ้มเอกสารของสวีบ็อค 2) แยกชื่อแฟ้มเอกสารเป็นระดับที่ 1 และระดับที่ 2 3) จัดกลุ่มระดับที่ 2 ที่มีระดับที่ 1 เดียวกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ผ่านการแยกและจัดกลุ่มประเภทตามประเภทเครื่องมือของสวีบ็อค
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

3) กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดด้วยอัลกอริทึมนาอีฟ (TCUT-003) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดด้วยอัลกอริทึมนาอีฟ

รหัสกรณีทดสอบ	TCUT-003
ชื่อกรณีทดสอบ	การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด โดยใช้อัลกอริทึมนาอีฟ
ข้อมูลนำเข้า	1) ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2) ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค 3) ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค
ข้อมูลออก	ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ลำดับการทำงาน	1) รับดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 2) จัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทย่อย (ระดับที่ 2) ของสวีบ็อค โดยใช้อัลกอริทึมนาอีฟ 3) ตรวจสอบว่าเครื่องมือประเภทย่อย (ระดับที่ 2) แต่ละประเภทเป็นเครื่องมือประเภท (ระดับที่ 1) ใด โดยใช้ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์

ตารางที่ 21 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดด้วยอัลกอริทึมนาอีฟ (ต่อ)

รหัสกรณีทดสอบ	TCUT-003
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

4) กรณีทดสอบการค้นคืนด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ (TCUT-004) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 กรณีทดสอบการค้นคืนด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์

รหัสกรณีทดสอบ	TCUT-004
ชื่อกรณีทดสอบ	การค้นคืนด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถค้นคืนเอกสารด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ได้
ข้อมูลนำเข้า	ข้อคำถาม
ข้อมูลออก	เอกสารที่มีความสัมพันธ์กับข้อคำถาม
ลำดับการทำงาน	1) รับข้อคำถามและประมวลผลข้อคำถามเพื่อให้ได้เป็นคำสำคัญ 2) นำคำสำคัญที่ได้ไปคำนวณหาค่าความคล้ายกับฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ 3) แสดงผลลัพธ์ของเอกสารที่เรียงจากค่าความคล้ายมากไปน้อย
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์ของเอกสารที่สัมพันธ์กับข้อคำถาม
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5.2 การทดสอบรวมหน่วย

การทดสอบรวมหน่วยเป็นการทดสอบการทำงานของกลุ่มฟังก์ชัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำงานร่วมกันของแต่ละฟังก์ชันหรือหน่วยย่อย โดยสามารถสร้างกรณีทดสอบออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1) กรณีทดสอบการจัดเก็บสารสนเทศ (TCIT-001) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 กรณีทดสอบการจัดเก็บสารสนเทศ

รหัสกรณีทดสอบ	TCIT-001
ชื่อกรณีทดสอบ	การจัดเก็บสารสนเทศ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบขั้นตอนการทำงานของการจัดเก็บไฟล์ต่างๆ
ข้อมูลนำเข้า	1) เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ - ชื่อ - คำอธิบาย - คุณลักษณะ 2) สวีบ็อค - ประเภทของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 1) - ประเภทย่อยของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ระดับที่ 2) - คำอธิบายรายละเอียดในแต่ละกลุ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเภท
ข้อมูลออก	1) ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 2) ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 3) ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ลำดับการทำงาน	1) รวบรวมข้อมูลเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 2) สร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 3) สร้างฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 4) จัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด 5) จัดเก็บดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค และฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	1) ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค 2) ฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค 3) ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

2) กรณีทดสอบการค้นคืนสารสนเทศ (TCIT-002) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 กรณีทดสอบการค้นคืนสารสนเทศ

รหัสกรณีทดสอบ	TCIT-002
ชื่อกรณีทดสอบ	การค้นคืนสารสนเทศ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถค้นคืนได้
ข้อมูลนำเข้า	ข้อคำถาม
ข้อมูลออก	เอกสารที่มีความสัมพันธ์กับข้อคำถาม
ลำดับการทำงาน	1) รับข้อคำถามและประมวลผลข้อคำถามเพื่อให้ได้คำสำคัญ 2) นำคำสำคัญที่ได้ไปคำนวณค่าความคล้ายกับฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ 3) แสดงผลลัพธ์ของเอกสารที่เรียงจากค่าความคล้ายมากไปน้อย
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์ที่แสดงผลมีความสัมพันธ์กับข้อคำถาม
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

5.5.3 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเป็นการทดสอบการทำงานและฟังก์ชันของระบบในมุมมองของผู้ใช้งานระบบ จะทำการทดสอบเมื่อพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว โดยสามารถสร้างกรณีทดสอบออกเป็น 5 กรณี ดังนี้

1) กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม (TCST-001) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-001
ชื่อกรณีทดสอบ	การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการแสดงผลลัพธ์จากความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง
ข้อมูลนำเข้า	ข้อคำถาม
ข้อมูลออก	ผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับข้อคำถาม
ลำดับการทำงาน	1) ผู้ใช้งานใส่ข้อคำถามที่ต้องการ 2) ผู้ใช้งานระบุว่าข้อคำถามเป็นเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

ตารางที่ 25 กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการใส่ข้อคำถาม (ต่อ)

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-001
ลำดับการทำงาน	2a) หากข้อคำถามเป็นเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะให้ระบบแสดงผลลัพธ์เป็นเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามหรือประเภทเครื่องมือของข้อคำถาม 3) กดปุ่ม “Search” เพื่อแสดงผลการค้นคืน
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์การค้นคืนที่สัมพันธ์กับข้อคำถามของผู้ใช้งาน
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

2) กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ (TCST-002) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 กรณีทดสอบการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-002
ชื่อกรณีทดสอบ	การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการแสดงผลลัพธ์จากความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง
ข้อมูลนำเข้า	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานเลือกจากระบบแนะนำ
ข้อมูลออก	รายการของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานเลือกจากระบบแนะนำ
ลำดับการทำงาน	1) ผู้ใช้งานเลือกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ระบบแนะนำที่ต้องการ 2) กดปุ่ม “Search” เพื่อแสดงผลการค้นคืน
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์การค้นคืนที่สัมพันธ์กับข้อคำถามของผู้ใช้งาน
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

3) กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค (TCST-003) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 กรณีทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-003
ชื่อกรณีทดสอบ	การสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ข้อมูลนำเข้า	1) แฟ้มเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2) แฟ้มเอกสารของสวีบ็อค
ข้อมูลออก	ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ลำดับการทำงาน	1) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Admin” เพื่อเข้าสู่ระบบ 2) ผู้ดูแลระบบทำการใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน 3) ผู้ดูแลระบบเลือกแท็บ “Index” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างสำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญ 4) ผู้ดูแลระบบเลือกแฟ้มเอกสารของสวีบ็อค โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านบน 5) ผู้ดูแลระบบเลือกแฟ้มเอกสารของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านล่าง 6) ผู้ดูแลระบบคลิกที่ “Build SWEBOK” หากต้องการให้ระบบสร้างดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค และ/หรือ คลิก “Build Tools” หากต้องการให้ระบบสร้างดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 7) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Build Index” เพื่อสร้างดัชนีคำสำคัญ
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

4) กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด (TCST-004) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-004
ชื่อกรณีทดสอบ	การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ข้อมูลนำเข้า	1) ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2) ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค

ตารางที่ 28 กรณีทดสอบการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด (ต่อ)

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-004
ข้อมูลออก	ฐานข้อมูลกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนด
ลำดับการทำงาน	1) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Admin” เพื่อเข้าสู่ระบบ 2) ผู้ดูแลระบบทำการใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน 3) ผู้ดูแลระบบเลือกแท็บ “Clustering” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 4) ผู้ดูแลระบบเลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคเพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับจัดกลุ่ม โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านบน 5) ผู้ดูแลระบบเลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับจัดกลุ่ม โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านล่าง
ลำดับการทำงาน	6) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Grouping tool to SWEBOK Topic!” เพื่อทำการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

5) กรณีทดสอบการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (TCST-005) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 กรณีทดสอบการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-005
ชื่อกรณีทดสอบ	การตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค
ข้อมูลนำเข้า	1) ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 2) ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อค
ข้อมูลออก	1) ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ถูกตั้งค่า 2) ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคที่ถูกตั้งค่า
ลำดับการทำงาน	1) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Admin” เพื่อเข้าสู่ระบบ 2) ผู้ดูแลระบบทำการใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน 3) ผู้ดูแลระบบเลือกแท็บ “Setting” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการตั้งค่า

ตารางที่ 29 กรณีทดสอบการตั้งค่าไฟล์ดัชนีคำสำคัญสำหรับค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (ต่อ)

รหัสกรณีทดสอบ	TCST-005
ลำดับการทำงาน	4) ผู้ดูแลระบบเลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของสวีบ็อคเพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับค้นคืน โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านบน 5) ผู้ดูแลระบบเลือกไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อตั้งค่าให้นำไฟล์นี้สำหรับค้นคืน โดยกดปุ่ม “Browse” ด้านล่าง 6) ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม “Set Index” เพื่อยืนยันการตั้งค่า
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อคเพื่อนำไปใช้ในการค้นคืน
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	**ผ่าน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัด งานวิจัยในอนาคต และบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดโดยใช้อัลกอริทึมเคมีนส์แบบแบทช์ และใช้เทคนิคการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศมาช่วยในการจัดเก็บและค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิผลที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำวิธีการและขั้นตอนต่างๆ ของงานวิจัยไปสร้างเป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการจัดเก็บและการค้นคืนดังกล่าวได้ ทั้งนี้การจัดกลุ่มก่อนการค้นคืนจะช่วยให้การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มีความแม่นยำและสะดวกขึ้น

โดยจะแสดงขั้นตอนที่สำคัญของงานวิจัยนี้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

6.1.1 การจัดเก็บสารสนเทศ

งานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การจัดเก็บดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค การจัดเก็บฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค และการจัดเก็บไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งไฟล์ที่จัดเก็บทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการค้นคืนต่อไป

6.1.2 การค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ขั้นตอนการค้นคืนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ผู้ใช้งานเลือกหัวข้อประเภทเครื่องมือตามที่ระบบเตรียมไว้ ระบบจะนำชื่อประเภทเครื่องมือที่ได้ไปเปรียบเทียบด้วยการคำนวณค่าความคล้ายกับไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แล้วจึงแสดงผลลัพธ์ที่ถูกจัดลำดับเรียงตามค่าความคล้ายจากมากไปน้อย

2) ผู้ใช้งานเป็นผู้ป้อนข้อความเข้ามา ระบบจะนำข้อความที่ได้ไปคำนวณค่าน้ำหนักเพื่อหาค่าความคล้ายกับไฟล์ดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ก่อน เพื่อให้ทราบว่าข้อความดังกล่าวเป็นเครื่องมือประเภทใด จากนั้นจึงนำชื่อประเภทเครื่องมือที่ได้ไปเปรียบเทียบด้วยการคำนวณค่าความคล้ายกับไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แล้วจึงแสดงผลลัพธ์ที่ถูกจัดลำดับเรียงตามค่าความคล้ายจากมากไปน้อย

6.1.3 การทดลองและการประเมินผล

เพื่อทดสอบประสิทธิผลของวิธีการจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามประเภทที่สวีบ็อคกำหนดที่ได้นำเสนอไปนั้น งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและทำการทดลองการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์เพื่อให้เห็นผลว่าเครื่องมือที่ค้นคืนได้มาจากวิธีการที่นำเสนอไปนั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากน้อยเพียงใด โดยทำการทดลองกับการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ใช้การคำนวณค่าความคล้ายด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ ซึ่งคำนวณจากค่าน้ำหนักของคำแบบทีเอฟ-ไอดีเอฟ และกำหนดตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินคือค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำ

6.1.4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่สนับสุนนแนวคิดดังกล่าว โดยเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วนหลักๆ คือ

1) ส่วนการจัดเก็บสารสนเทศ แบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่ การจัดเก็บดัชนีคำสำคัญของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และสวีบ็อค การจัดเก็บฐานข้อมูลโครงสร้างความสัมพันธ์ของสวีบ็อค และการจัดเก็บไฟล์กลุ่มประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยทั้ง 3 ส่วนนี้จะถูกเรียกใช้ในขั้นตอนการค้นคืนต่อไป

2) ส่วนการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เป็นการออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามที่ต้องการได้ โดยระบบจะแสดงผลลัพธ์จากตามค่าความคล้ายจากมากไปน้อย

6.1.5 การสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอนั้นให้ค่าเรียกคืนที่น้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.82% โดยการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอมีหัวข้อที่ให้ค่าเรียกคืนสูงกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ได้แก่ เครื่องมือด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ และเครื่องมือด้านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มีค่าเรียกคืนเท่ากัน ได้แก่ เครื่องมือด้านการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ แต่เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาใช้สำหรับสร้างดัชนีคำสำคัญยังมีไม่มากพอ ส่งผลให้การจัดกลุ่มเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์กับประเภทของเครื่องมือที่สวีบ็อคกำหนดเป็นไปได้ไม่ดีนัก ทำให้ค่าเรียกคืนได้ผลน้อยกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม

อย่างไรก็ตาม การค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าความแม่นยำในการค้นคืนสูงกว่าการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิมอยู่ 12.73% โดยการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอมีหัวข้อที่ให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม ยกเว้น เครื่องมือด้านความต้องการซอฟต์แวร์ เครื่องมือด้านการทดสอบซอฟต์แวร์ และเครื่องมือด้านการจัดการโครงแบบซอฟต์แวร์ เนื่องจากการแบ่งประเภท

เครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยคำศัพท์ควบคุมจากสวีบ็อคช่วยเพิ่มประสิทธิผลในการค้นคืน โดยการได้ผลลัพธ์เป็นกลุ่มของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีการจัดลำดับความคล้ายตามความสอดคล้องกับข้อคำถาม ทำให้ลดการค้นคืนเครื่องมือที่ไม่เกี่ยวข้องลง จึงส่งผลให้ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น

6.2 ข้อจำกัด

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1) คำอธิบายรายละเอียดของเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้า เนื้อหาเป็นข้อความภาษาอังกฤษเท่านั้น

2) การใช้ตัววัดประสิทธิผลค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำนั้น ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ทางด้านสวีบ็อคทำการกำหนดเอกสารว่ามีความเกี่ยวข้องกับคำที่เป็นข้อคำถามที่ใช้ด้วย เพื่อความถูกต้องในการประเมินผล

3) ในขั้นตอนการทำดัชนีคำสำคัญ หากเอกสารมีคำศัพท์ที่สะกดผิด จะส่งผลให้ค่าความถี่ที่เก็บในดัชนีคำสำคัญผิดไปด้วย อีกทั้งยังส่งผลต่อการคำนวณค่าความคล้ายที่อาจผิดไปจากความเป็นจริงได้

6.3 งานวิจัยในอนาคต

สามารถแบ่งการทำงานวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

1) เพิ่มเติมจำนวนข้อมูลเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ให้มากและหลากหลายยิ่งขึ้น อีกทั้งเครื่องมือดังกล่าวต้องมีคำอธิบายคุณลักษณะที่ชัดเจน

2) ในขั้นตอนการสร้างดัชนีคำสำคัญ มีการตัดเทอมที่มีความหมายทั่วไป (Generic) ในบริบทของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เนื่องจากเทอมเหล่านี้ยากในการใช้จำแนกประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3) มีการใช้ตัววัดประสิทธิผลมากขึ้น เพื่อวัดประสิทธิผลในหลายๆ ด้าน เช่น ค่าความแม่นยำระดับที่ 5 (Precision at 5) และ ค่าความแม่นยำระดับที่ 10 (Precision at 10) เป็นต้น

6.4 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

1) หัวเรื่อง “Software Engineering Tools Classification based on SWEBOK Taxonomy and Software Profile” โดย วันวิสาข์ รุ้งแก้ว และ นครทิพย์ พร้อมพูล ในบันทึกการประชุม “The 2nd International Conference on Informatics and Applications (ICIA2013)” ซึ่งจัดขึ้น ณ Technical University of Lodz ประเทศโปแลนด์ ระหว่างวันที่ 23-25 กันยายน 2556

รายการอ้างอิง

[1] D. P. Tegarden, A. Dennis, and B. H. Wixom, *Systems Analysis and Design with UML*: John Wiley & Sons, Limited, 2012.

[2] A. Abran and P. Bourque, *SWEBOK: Guide to the software engineering Body of Knowledge*: IEEE Computer Society, 2004.

[3] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology Behind Search*: Addison Wesley Professional, 2011.

[4] W. Surapat, "Personalized Microblogging Information Management Framework based on SWEBOK," Master, Computer Engineering , Chulalongkorn University, 2010.

[5] P. Bourque, F. Robert, J. M. Lavoie, A. Lee, S. Trudel, and T. C. Lethbridge, "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) and the Software Engineering Education Knowledge (SEEK) - a preliminary mapping," in *Software Technology and Engineering Practice, 2002. STEP 2002. Proceedings. 10th International Workshop on*, 2002, pp. 8-23.

[6] Ann E.K. Sobel, *Software Engineering Education Knowledge (SEEK)*, 2003.

[7] J. M. Fernandes and M. Almeida, "Classification and Comparison of Agile Methods," in *Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International Conference on the*, 2010, pp. 391-396.

[8] M. A. Talib, A. Khelifi, A. Abran, and O. Ormandjieva, "Techniques for quantitative analysis of software quality throughout the SDLC: The SWEBOK Guide Coverage," in *Software Engineering Research, Management and Applications (SERA), 2010 Eighth ACIS International Conference on*, 2010, pp. 321-328.

[9] G. Samarthyam, G. Suryanarayana, A. K. Gupta, and R. Nambiar, "FOCUS: An adaptation of a SWEBOK-based curriculum for industry requirements," in *Software Engineering (ICSE), 2012 34th International Conference on*, 2012, pp. 1215-1224.

[10] I. Corporation. (2013, 15 November). *SpiraTest*. Available: https://www.inflectra.com/SpiraTest/

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ข้อคำถามจากหน่วยตัวอย่าง

ในภาคผนวก ก จะแจกแจงรายละเอียดของข้อคำถามซึ่งได้จากโจทย์ปัญหาที่ 1-26 โดยแต่ละโจทย์ปัญหาประกอบด้วยข้อคำถามที่สร้างจากหน่วยตัวอย่างทั้งหมด 10 หน่วยตัวอย่าง ดังนั้นจะมีข้อคำถามทั้งหมด 260 ข้อคำถาม ซึ่งจะแสดงดังตารางที่ 30-55 เรียงลำดับตามโจทย์ปัญหา

ตารางที่ 30 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 1

โจทย์ปัญหาที่ 1	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองความต้องการ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	modeling software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	requirement prototype
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	modeling creator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	requirement diagram
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools modeling requirements
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool requirement model
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software requirement modeling tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	requirement modeling tool
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	requirement modeling
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	modeling software requirement

ตารางที่ 31 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 2

โจทย์ปัญหาที่ 2	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตามรอยความต้องการ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	tracability software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	tracability requirement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	tracability program
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	tool tracability requirement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools trace requirements
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool requirement tracability
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software requirement tracability tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	requirement tracing tool
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	tracing software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	requirement tracability

ตารางที่ 32 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 3

โจทย์ปัญหาที่ 3	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	software engineering tools design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software design tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	software design
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	designing software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software design

ตารางที่ 33 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 4

โจทย์ปัญหาที่ 4	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แก้ไขโปรแกรม
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	code improvement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	software engineering editor
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	code editor
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	editor tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools editor program
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool editor
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software editor tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	program editors
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	editing programmed software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software editing

ตารางที่ 34 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 5

โจทย์ปัญหาที่ 5	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลโปรแกรมหรือกำเนิดโค้ด
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	code generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	code generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	code generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	code generator

ตาราง 34 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 5 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 5	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลโปรแกรมหรือกำเนิดโค้ด
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools compiler code generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software compiler tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	compiler and code generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	programmed generate code
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	programming language compiler

ตารางที่ 35 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 6

โจทย์ปัญหาที่ 6	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลคำสั่ง
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	execution
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	Interpreters
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	interpreter
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	execute program
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools command
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool execute command
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software interpreter tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	interpreters
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	command interpreter software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	interpreter

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 7

โจทย์ปัญหาที่ 7	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจแก้จุดบกพร่อง
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	fix code
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	bug
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	debugger
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	debugger
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools debugging
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool debug
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software debugging tools

ตาราง 36 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 7 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 7	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจแก้จุดบกพร่อง
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	debuggers
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	debugging software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	debugging program

ตารางที่ 37 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 8

โจทย์ปัญหาที่ 8	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	test generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	test generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	test generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	test generate tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools generating test
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool test generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	generate test tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	test generator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	testing software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	generate testing tool

ตารางที่ 38 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 9

โจทย์ปัญหาที่ 9	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของกรอบงานการกระทำการทดสอบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	test execution
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	test execute framework
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	testing execution
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	execution test tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools test framework
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool framework test
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software execute testing tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	test execution framework
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	testing framework
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software verification and validation

ตารางที่ 39 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 10

โจทย์ปัญหาที่ 10	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการประเมินการทดสอบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	validate software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	test evaluate
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	evaluate testing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	evaluate test tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools evaluation testing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool evaluation test
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	testing evaluation tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	test evaluation tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	test evaluation
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	evaluation test tools for software engineering

ตารางที่ 40 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 11

โจทย์ปัญหาที่ 11	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการจัดการการทดสอบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	test management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	test management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	manage testing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	test management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools management testing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool test management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	testing accuracy tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	test management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	analysis testing management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	management testing tools for software engineering

ตารางที่ 41 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 12

โจทย์ปัญหาที่ 12	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์สมรรถนะ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	performance software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	performance testing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	performance testing

ตาราง 41 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 12 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 12	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์สมรรถนะ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	analyst tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools performance analysis
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool performance analysis
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software performance testing tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	performance analysis tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	performance analysis
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	performance analysis

ตารางที่ 42 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 13

โจทย์ปัญหาที่ 13	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	understand software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	understandability
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	understandability
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	comprehension
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools understanding
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool comprehension
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	comprehensive software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	comprehension tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	comprehension modeling
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	comprehension

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 43 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 14

โจทย์ปัญหาที่ 14	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดระบบใหม่
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	reengineering
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	reengineering
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	reengineering tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	reengineering tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools reengineering management system

ตาราง 43 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 14 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 14	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดระบบใหม่
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool reengineering
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software reengineering tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	reengineering tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	new renovate system
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software reengineering tools

ตารางที่ 44 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 15

โจทย์ปัญหาที่ 15	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการหาข้อบกพร่อง ปรับปรุงให้ดีขึ้น ระบุประเด็นปัญหา และตามรอยปัญหา
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	defect tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	defect solution tracking problem
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	defect tracking improvement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	defect improve tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools defect update tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool defect fault improvement problem tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	track defect
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	defect enhancement issue problem tracking tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	defect adjust tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	deployment and maintenance

Chulalongkorn University

ตารางที่ 45 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 16

โจทย์ปัญหาที่ 16	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการเวอร์ชัน
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	change version software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	configuration version
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	version manager
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	version control tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools version management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool configuration version management

ตาราง 45 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 16 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 16	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการเวอร์ชัน
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software configuration version management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	version management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	manage version
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software version configuration management

ตารางที่ 46 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 17

โจทย์ปัญหาที่ 17	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการปล่อยและสร้างซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	release software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	software engineering release
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	release tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	release tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools release management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool release build software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	build project tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	release and build tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	release software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software release and development

ตารางที่ 47 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 18

โจทย์ปัญหาที่ 18	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวางแผนและตามรอยโครงการ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	project plan software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	plan progress
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	planning tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	project planning tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools track planning project
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool plan tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	planning and tracking project tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	project planning and tracking tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	planning and tracking
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	project planning and tracking tools

ตารางที่ 48 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 19

โจทย์ปัญหาที่ 19	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยง
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	risk software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	risk management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	risk management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	risk management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools risk management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool risk management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software risk management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	risk management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	risk management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	risk management

ตารางที่ 49 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 20

โจทย์ปัญหาที่ 20	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวัดผล
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	measurement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	measure
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	measurement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	measurement tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools measurement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool measurement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software measurement tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	measurement tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	measurement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	measurement

ตารางที่ 50 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 21

โจทย์ปัญหาที่ 21	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	software process improvement
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	process model
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	process simulator
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	process modeling tools

ตาราง 50 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 21 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 21	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools process modeling
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool process model
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software prototype tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	interpersonal process tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	mock-up modeling
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	simulation processing software

ตารางที่ 51 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 22

โจทย์ปัญหาที่ 22	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	management software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	process management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	process management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	process management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool process management
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software project management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	software process management tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	management processing
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	process management tools

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 52 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 23

โจทย์ปัญหาที่ 23	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	integration software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	integration environment software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	environment tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	environment integration tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools integrated CASE
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool environment context

ตาราง 52 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 23 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 23	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	environment integration software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	integrated software engineering environment tool
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	renovate environment by using computer
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software environment

ตารางที่ 53 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 24

โจทย์ปัญหาที่ 24	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	process center software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	unit process environment
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	unit process environment
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	process environment tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools processor environment
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool CASE environment
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	central processor environment software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	software engineering processing center tool
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	testing via environment
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	processing environment software engineer tools

ตารางที่ 54 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 25

โจทย์ปัญหาที่ 25	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทบทวนและตรวจสอบคุณภาพของระบบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	audit software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	review
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	review audit
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	review audit tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools peer review
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool review quality control
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	software quality assurance review tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	system quality and review tool

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 54 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 25 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 25	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทบทวนและตรวจสอบคุณภาพของระบบ
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	audit
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software testing and quality assurance

ตารางที่ 55 ข้อคำถามจากโจทย์ปัญหาที่ 26

โจทย์ปัญหาที่ 26	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพระบบแบบคงที่
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 1	analysis software
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 2	analysis quality
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 3	quality analysis stabability
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 4	analysis quality system tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 5	software engineering tools static analysis
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 6	software engineering tool quality analysis
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 7	static quality analysis tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 8	static analysis tools
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 9	analysis standard system
ข้อคำถามของหน่วยตัวอย่างที่ 10	software analysis and stability tools

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ

ในภาคผนวก ข จะแจกแจงรายละเอียดของวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้จากโจทย์ปัญหาที่ 1-26 โดยแต่ละโจทย์ปัญหาประกอบด้วยวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 56-81 เรียงลำดับตามโจทย์ปัญหา

ตารางที่ 56 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 1

โจทย์ปัญหาที่ 1	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองความต้องการ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Accept 360 SPARX Systems Enterprise Architech Visual Paradigm for UML Rational ClearCase Active Collab codeBeamer

ตารางที่ 57 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 2

โจทย์ปัญหาที่ 2	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตามรอยความต้องการ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec IBM Rational DOORS Polarion REQUIREMENT RMTrak SPARX Systems Enterprise Architech SpiraTest xVue Borland StarTeam Rational ClearCase Active Collab

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 58 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 3

โจทย์ปัญหาที่ 3	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec Polarion REQUIREMENT Caretta GUI Design Studio Flash Design Studio SOLIDWORKS Simulation SPARX Systems Enterprise Architech Visual Paradigm for UML Bluefish NetBeans Tekla CubicTest Fabasoft app.Test QF-Test Bugzilla iMagic Fleet Maintenance Pro Maintenance Vehicle Fleet Manager xVue Active Collab Argo UML Gaphor Star UML AppPerfect Web Test Mkinsight

ตารางที่ 59 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 4

โจทย์ปัญหาที่ 4	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แก้ไขโปรแกรม
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech Bluefish Kate NetBeans Cubic Test Bugzilla

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 59 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 4 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 4	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แก้ไขโปรแกรม
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Argo UML BOUML Star UML AppPerfect Web Test

ตารางที่ 60 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 5

โจทย์ปัญหาที่ 5	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลโปรแกรมหรือกำเนิดโค้ด
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech Visual Paradigm for UML Apache Ant Scons Bugzilla xVue Active Collab Modelio

ตารางที่ 61 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 6

โจทย์ปัญหาที่ 6	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลคำสั่ง
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech NetBeans Fabasoft app.test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 62 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 7

โจทย์ปัญหาที่ 7	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจแก้จุดบกพร่อง
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech NetBeans Silk Test SpiraTest Bugzilla xVue Borland StarTeam

ตารางที่ 62 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 7 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 7	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจแก้จุดบกพร่อง
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Rational ClearCase Assembla Workspaces Commindwork AppPerfect Web Test

ตารางที่ 63 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 8

โจทย์ปัญหาที่ 8	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อกำเนิดการทดสอบ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech Visual Paradigm for UML BOUML StarUML Bugzilla xVue Active Collab Modelio

ตารางที่ 64 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 9

โจทย์ปัญหาที่ 9	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของกรอบงานการกระทำการทดสอบ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech NetBeans CubicTest Fabasoft app.test QF-Test Silk Test SpiraTest xVue Argo UML AppPerferct Web Test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 65 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 10

โจทย์ปัญหาที่ 10	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการประเมินการทดสอบ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SOLIDWORKS Simulation CubicTest QF-Test AppPerfect Web Test

ตารางที่ 66 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 11

โจทย์ปัญหาที่ 11	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการจัดการการทดสอบ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	IBM Rational DOORS SPARX Systems Enterprise Architech Apache Ant CubicTest QF-Test SpiraTest AppPerfect Web Test

ตารางที่ 67 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 12

โจทย์ปัญหาที่ 12	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์สมรรถนะ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SOLIDWORKS Simulation SPARX Systems Enterprise Architech QF-Test Bugzilla ProMaintenance xVue Borland StarTeam AppPerfect Web Test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 68 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 13

โจทย์ปัญหาที่ 13	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SOLIDWORKS Simulation SPARX Systems Enterprise Architech NetBeans SpiraTest

ตารางที่ 69 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 14

โจทย์ปัญหาที่ 14	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดระบบใหม่
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	QF-Test Caretta GUI Design Studio SPARX Systems Enterprise Architech CubicTest Silk Test

ตารางที่ 70 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 15

โจทย์ปัญหาที่ 15	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการหาข้อบกพร่อง ปรับปรุงให้ดีขึ้น ระบุประเด็นปัญหา และตามรอยปัญหา
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec NetBeans Tekla SpiraTest Bugzilla iMagic Fleet Maintenance Pro Maintenance Borland StarTeam codeBeamer Rational Team Concert Argo UML Modelio

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 71 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 16

โจทย์ปัญหาที่ 16	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการเวอร์ชัน
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec Visual Paradigm for UML NetBeans Scons Silk Test SpiraTest Bugzilla Pro Maintenance Borland StarTeam Gigatrak Rational ClearCase codeBeamer Argo UML

ตารางที่ 72 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 17

โจทย์ปัญหาที่ 17	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการปล่อยและสร้างซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec Tekla SPARX Systems Enterprise Architech Apache Ant NetBeans Scons Silk Test SpiraTest Bugzilla Borland StarTeam JIRA Rational ClearCase Active Collab Assembla Workspaces codeBeamer

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 72 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 17 (ต่อ)

โจทย์ปัญหาที่ 17	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการปล่อยและสร้างซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	AppPerfect Web Test

ตารางที่ 73 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 18

โจทย์ปัญหาที่ 18	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวางแผนและตามรอยโครงการ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Accept 360 Tekla SpiraTest Bugzilla iMagic Fleet Maintenance Vehicle Fleet Giratrak JIRA Opentracker Active Collab Assembla Workspaces Commindwork AppPerfect Web Test

ตารางที่ 74 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 19

โจทย์ปัญหาที่ 19	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยง
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech AppPerfect Web Test Mkinsight

ตารางที่ 75 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 20

โจทย์ปัญหาที่ 20	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวัดผล
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech

ตารางที่ 76 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 21

โจทย์ปัญหาที่ 21	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Accept 360 Tekla iMagic Fleet Maintenance Argo UML Gaphor Modelio Mkinsight

ตารางที่ 77 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 22

โจทย์ปัญหาที่ 22	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการกระบวนการด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Accept 360 CASE Spec RMTrak SPARX Systems Enterprise Architech Borland StarTeam

ตารางที่ 78 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 23

โจทย์ปัญหาที่ 23	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบูรณาการสภาพแวดล้อมของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	CASE Spec IBM Rational DOORS SOLIDWORKS Simulation SPARX Systems Enterprise Architech Silk Test SpiraTest Borland StarTeam Rational ClearCase Active Collab Rational Team Concert AppPerfect Web Test Mkinsight

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 79 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 24

โจทย์ปัญหาที่ 24	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SPARX Systems Enterprise Architech SOLIDWORKS Simulation Bugzilla codeBeamer AppPerfect Web Test

ตารางที่ 80 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 25

โจทย์ปัญหาที่ 25	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ทบทวนและตรวจสอบคุณภาพของระบบ
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	Carretta GUI Design Studio Fabasoft app. Test Bugzilla Gigatrak Rational ClearCase Active Collab Commindwork Rational Team Concert AppPerfect Web Test Mkinsight

ตารางที่ 81 วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญจากโจทย์ปัญหาที่ 26

โจทย์ปัญหาที่ 26	ประเภทเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพระบบแบบคงที่
วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ	SOLIDWORKS Simulation xVue AppPerfect Web Test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

ในภาคผนวก ค จะแจกแจงรายละเอียดของการทดลองที่ได้จากการค้นคืนเครื่องมือด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ของงานวิจัยนี้ด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอเปรียบเทียบกับวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม โดยจำแนกตามโจทย์ปัญหาที่ 1-26 ซึ่งแต่ละโจทย์ปัญหาประกอบด้วย 10 ข้อคำถาม ในแต่ละข้อคำถามจะทำการวัดผลประสิทธิผลของค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำ หากในข้อคำถามใดที่ซ้ำกัน จะไม่นำผลการทดลองในข้อคำถามนั้นมาคำนวณค่าเฉลี่ย โดยแสดงด้วยเครื่องหมายยัติภังค์ (-) ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการทดลองจากข้อคำถามทั้งหมด 108 ข้อคำถาม ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 82-107 เรียงลำดับตามโจทย์ปัญหา

ตารางที่ 82 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 1

การวัดผล	**ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง**										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**เฉลี่ย**
RC	0.21	0.36	0.25	0.36	0.43	-	-	-	-	-	**0.32**
RP	0.27	0.29	0.27	0.25	0.25	-	-	-	-	-	**0.26**
PC	0.50	0.67	0.33	0.83	0.5	-	-	-	-	-	**0.57**
PP	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	-	-	-	-	-	**0.67**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 83 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 2

การวัดผล	**ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง**										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**เฉลี่ย**
RC	0.78	0.73	0.60	-	-	-	-	-	0.78	-	**0.72**
RP	0.40	0.36	0.39	-	-	-	-	-	0.22	-	**0.34**
PC	0.70	0.80	0.60	-	-	-	-	-	0.78	-	**0.70**
PP	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	0.20	-	**0.45**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 84 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 3

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.72**
RP	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.87**
PC	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.54**
PP	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.54**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 85 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 4

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.50	-	0.89	-	0.56	-	-	-	-	-	**0.65**
RP	0.42	-	040	-	0.39	-	-	-	-	-	**0.40**
PC	0.10	-	0.80	-	0.50	-	-	-	-	-	**0.47**
PP	0.50	-	0.20	-	0.50	-	-	-	-	-	**0.40**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 86 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 5

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0	-	0	-	0.33	-	0.33	-	0.38	0.50	**0.26**
RP	0.39	-	0.39	-	0.39	-	0.38	-	0.39	0.36	**0.38**
PC	0	-	0	-	0.25	-	0.50	-	0.38	0.25	**0.23**
PP	0.63	-	0.63	-	0.63	-	0.38	-	0.63	0.63	**0.58**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 87 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 6

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.50	0	-	0.17	-	0.25	-	-	0.50	-	**0.28**
RP	0.08	0.22	-	0.08	-	0.08	-	-	0.22	-	**0.14**
PC	1.00	0	-	0.33	-	0.67	-	-	0.33	-	**0.47**
PP	0.33	0.67	-	0.33	-	0.33	-	-	0.67	-	**0.47**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 88 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 7

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.50	0.88	-	-	0.50	-	-	-	-	-	**0.62**
RP	0.60	0.75	-	-	0.60	-	-	-	-	-	**0.65**
PC	0.18	0.64	-	-	0.45	-	-	-	-	-	**0.42**
PP	0.27	0.27	-	-	0.27	-	-	-	-	-	**0.27**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 89 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 8

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.27	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	**0.24**
RP	0.46	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	**0.40**
PC	0.38	-	-	-	-	-	-	-	0.38	-	**0.38**
PP	0.75	-	-	-	-	-	-	-	0.38	-	**0.56**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 90 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 9

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.67	0.82	-	-	0.75	-	-	-	-	1.00	**0.81**
RP	0.42	0.42	-	-	0.44	-	-	-	-	0.45	**0.43**
PC	0.80	0.90	-	-	0.60	-	-	-	-	0.30	**065**
PP	0.50	0.50	-	-	0.40	-	-	-	-	0.50	**0.48**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 91 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 10

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.13	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.24**
RP	0.18	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.19**
PC	0.25	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.62**
PP	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.50**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 92 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 11

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.37	-	-	-	-	-	0.44	-	0.41	-	**0.41**
RP	0.21	-	-	-	-	-	0.33	-	0.21	-	**0.25**
PC	1.00	-	-	-	-	-	0.57	-	1.00	-	**0.86**
PP	0.43	-	-	-	-	-	0.43	-	0.43	-	**0.43**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 93 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 12

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.6	0.46	-	0	0.50	-	-	-	-	-	**0.39**
RP	0.33	0.33	-	0.67	0.33	-	-	-	-	-	**0.42**
PC	0.38	0.75	-	0	0.63	-	-	-	-	-	**0.44**
PP	0.63	0.63	-	0.50	0.63	-	-	-	-	-	**0.59**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 94 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 13

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	**0.50**
RP	0.40	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	**0.37**
PC	0	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	**0.50**
PP	1.00	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	**0.75**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 95 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 14

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0	-	-	-	0.08	-	-	-	0	-	**0.02**
RP	0	-	-	-	0.14	-	-	-	0.15	-	**0.15**
PC	0	-	-	-	0.20	-	-	-	0	-	**0.06**
PP	0	-	-	-	0.60	-	-	-	0.40	-	**0.50**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 96 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 15

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.50	0.56	0.67	0.63	0.67	0.60	-	0.67	1.00	0.29	**0.61**
RP	0.60	0.54	0.46	0.46	0.60	0.54	-	0.50	0.60	0.38	**0.52**
PC	0.33	0.42	0.33	0.42	0.50	0.50	-	0.50	0.25	0.17	**0.37**
PP	0.50	0.58	0.50	0.50	0.50	0.58	-	0.58	0.50	0.42	**0.52**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 97 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 16

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.67	0.67	0.73	0.58	-	0.57	-	-	-	-	**0.64**
RP	0.55	0.62	0.57	0.53	-	0.57	-	-	-	-	**0.57**
PC	0.77	0.46	0.62	0.85	-	0.62	-	-	-	-	**0.66**
PP	0.46	0.62	0.62	0.62	-	0.62	-	-	-	-	**0.59**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 98 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 17

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.75	-	-	-	0.70	0.61	0.87	-	-	0.54	**0.69**
RP	0.75	-	-	-	0.57	0.58	0.58	-	-	0.53	**0.60**
PC	0.56	-	-	-	0.44	0.69	0.81	-	-	0.44	**0.58**
PP	0.38	-	-	-	0.50	0.44	0.44	-	-	0.50	**0.45**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 99 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 18

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.42	0.67	0.78	-	0.39	-	-	-	-	-	**0.56**
RP	0.45	0.56	0.56	-	0.45	-	-	-	-	-	**0.50**
PC	0.62	0.31	0.54	-	0.54	-	-	-	-	-	**0.50**
PP	0.39	0.39	0.39	-	0.39	-	-	-	-	-	**0.39**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 100 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 19

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.40	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.40**
RP	0.25	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.20**
PC	0.67	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.67**
PP	0.67	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.67**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 101 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 20

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0**
RP	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0.1**
PC	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0**
PP	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**1.00**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 102 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 21

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.25	0.38	0	-	-	-	0.17	0	0.38	0.09	**0.17**
RP	0.13	0.13	0.14	-	-	-	0.09	0.14	0.13	0.14	**0.13**
PC	0.57	0.86	0	-	-	-	0.28	0	0.43	0.14	**0.32**
PP	0.29	0.29	0.29	-	-	-	0.14	0.29	0.29	0.29	**0.27**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 103 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 22

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.33	0.31	-	-	-	-	0.19	-	-	-	**0.27**
RP	0.29	0.25	-	-	-	-	0.29	-	-	-	**0.27**
PC	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	**1.00**
PP	0.80	0.80	-	-	-	-	0.80	-	-	-	**0.80**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 104 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 23

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.50	0.25	0.54	-	0.40	0.38	-	-	-	-	**0.41**
RP	0.50	0.44	0.50	-	0.44	0.50	-	-	-	-	**0.48**
PC	0.50	0.08	0.58	-	0.50	0.25	-	-	-	-	**0.38**
PP	0.58	0.58	0.50	-	0.58	0.58	-	-	-	-	**0.57**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 105 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 24

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.31	0.22	-	0.18	0.21	0.20	0.25	-	0.27	-	**0.23**
RP	0.25	0.25	-	0.25	0.33	0.25	0.33	-	0.33	-	**0.29**
PC	0.80	0.40	-	0.60	0.60	0.60	0.60	-	0.60	-	**0.60**
PP	0.80	0.80	-	0.80	0.80	0.80	0.80	-	0.80	-	**0.80**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 106 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 25

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.60	1.00	1.00	-	0.50	0.42	-	-	-	0.25	**0.63**
RP	0.50	0.38	0.38	-	0.38	0.23	-	-	-	0.25	**0.33**
PC	0.30	0.50	0.40	-	0.20	0.50	-	-	-	0.20	**0.35**
PP	0.30	0.30	0.30	-	0.30	0.30	-	-	-	0.30	**0.30**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ตารางที่ 107 ผลการทดลองของโจทย์ปัญหาที่ 26

การวัดผล	ข้อคำถามจากหน่วยการทดลอง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
RC	0.10	0.29	0.33	-	0.20	-	0.27	0.18	0.07	-	**0.20**
RP	0.18	0.15	0.15	-	0.18	-	0.15	0.18	0.18	-	**0.17**
PC	0.33	0.67	0.33	-	0.67	-	1.00	0.67	0.33	-	**0.57**
PP	0.67	0.67	0.67	-	0.67	-	0.67	0.67	0.67	-	**0.67**

ให้ RC = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, RP = ค่าเรียกคืนจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ, PC = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนแบบดั้งเดิม, PP = ค่าความแม่นยำจากการค้นคืนด้วยวิธีการค้นคืนที่นำเสนอ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววันวิสาข์ รุ้งแก้ว เกิดวันจันทร์ที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2531 ณ โรงพยาบาลศรีสะเกษ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นบุตรีของนายวิวัฒน์ รุ้งแก้ว และนางสมจิตร์ รุ้งแก้ว สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนอนุบาลศรีสะเกษ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ในปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ในปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จาก School of Information Technology (SIT) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2553 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University